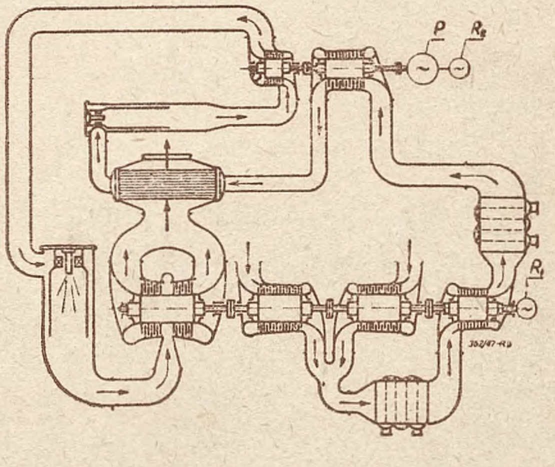
PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Schemat zespołu turbiny gazowej o mocy 27.000 kW
Brown Boveri

NERGETYKA
ONSTRUKCJA
BRÓBKA METALI
ETALOZNAWSTWO

GAN CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU METALOWEGO
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

Rok 1947 Zeszyt 7 –

PRZEGLĄD MECHANICZNY

ORGAN CENTRALNEGO ZARZĄDU PRZEMYSŁU METALOWEGO i STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

Rok VI. **Łódź — Warszawa, Lipiec — Wrzesień 1947 rok** **Zeszyt 7-9.**

Współczesne tendencje w budowie kotłów wodnorurkowych

Inż. Z. KEH

Wstęp. — Kotły o naturalnym obiegu wody. — Kotły o przymusowym obiegu. — Wnioski dla budowy nowych instalacji w Polsce.

I. WSTĘP.

Budowa kotłów parowych należy niewątpliwie do działów techniki, wykazujących na przestrzeni stosunkowo niezbyt długiego czasu niezwykle silny rozwój, oraz bardzo duże bogactwo form konstrukcyjnych. Mimo zebrania przez różne kraje przodujące w tej dziedzinie techniki bogatych doświadczeń konstrukcyjnych i ruchowych jesteśmy jeszcze dalecy — zwłaszcza przy jednostkach większych, od ustalenia jakichś najkorzystniejszych konstrukcyj, które mogłyby być przyjęte za podstawę dla produkcji seryjnej. Niemal każdy rok przynosi nowe rozwiązanie całości konstrukcyjnych, czy też poszczególnych elementów, z których wiele wnosi trwałe wartości w budowę nowoczesnych instalacji kotłowych. Nasze potrzeby w zakresie budowy nowych instalacji kotłowych są obecnie i będą jeszcze przez szereg lat bardzo duże, wobec czego warto zastanowić się nad kierunkami rozwojowymi występującymi w tej dziedzinie w innych krajach i wyciągnąć stąd pewne wnioski dla naszych potrzeb. Aby zdać sobie sprawę z tempa rozwoju w dziedzinie budowy kotłów wodno-rurowych trzeba przypomnieć, że pierwsze kotły tego typu pojawiły się w połowie XIX wieku. Posiadały one powierzchnię ogrzewalną wynoszącą kilkanaście metrów kwadratowych i pracowały przy ciśnieniach ok. 2 atn. Pierwszy kocioł sekcyjny opatentowany został w Ameryce przez *Stefana Wilcox'a* w r. 1867 i posiadał żeliwne rury i komory odlane w jednej części. Dopiero pojawienie się żelaza zlewnego i blach, w drugiej połowie XIX wieku umożliwiło postęp w budowie kotłów wodno-rurowych i w r. 1876 zbudowano w Ameryce pierwszy kocioł o powierzchni ogrzewalnej 150 m² i wydajności ok. 2,4 t/h. Dziś, po upływie siedemdziesięciu lat budują w Ameryce jednostki o wydajności ok. 500 t/h dla ciśnień do ok. 180 atn. W budowie nowoczesnych kotłów można rozróżnić 3 zasadnicze kierunki rozwoju:

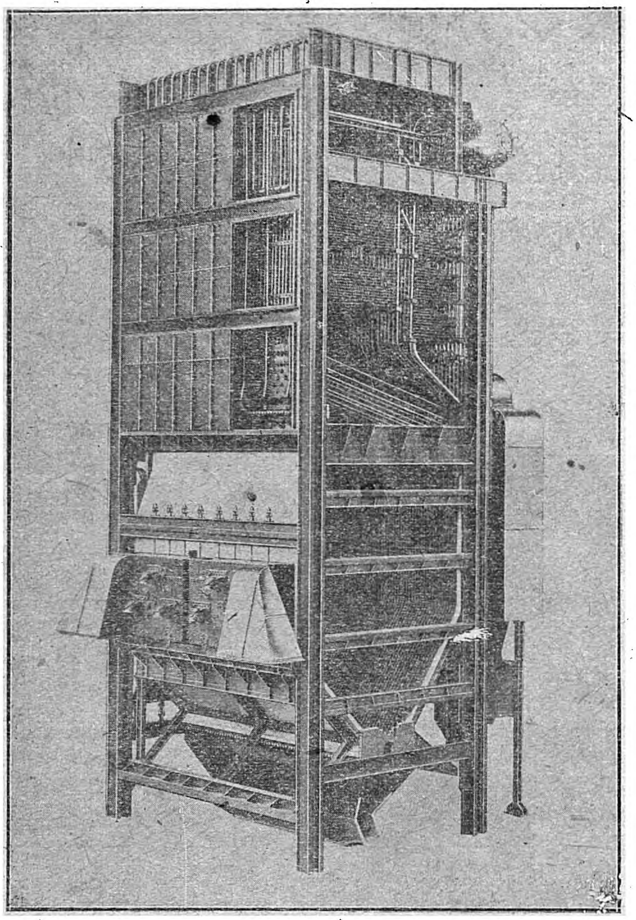
1) kotły o naturalnym obiegu wody,
2) kotły o przymusowym obiegu wody,
3) kotły specjalne np.: pracujące z nadciśnieniem w komorze paleniskowej *(Velox)*, rtęciowo-parowe (z t. zw. cyklem binarnym), obrotowe (*Atmos, Vorkauf* — kombinacja kotła i turbiny na 1 wale) i inne.

Ostatnia z wymienionych grup ma dla nas w obecnej chwili raczej tylko znaczenie teoretyczne, ze względu na stosowanie przeważnie paliwa płynnego, wobec czego w niniejszych rozważaniach nie będzie bliżej rozpatrywana.

II. KOTŁY O NATURALNYM OBIEGU WODY.

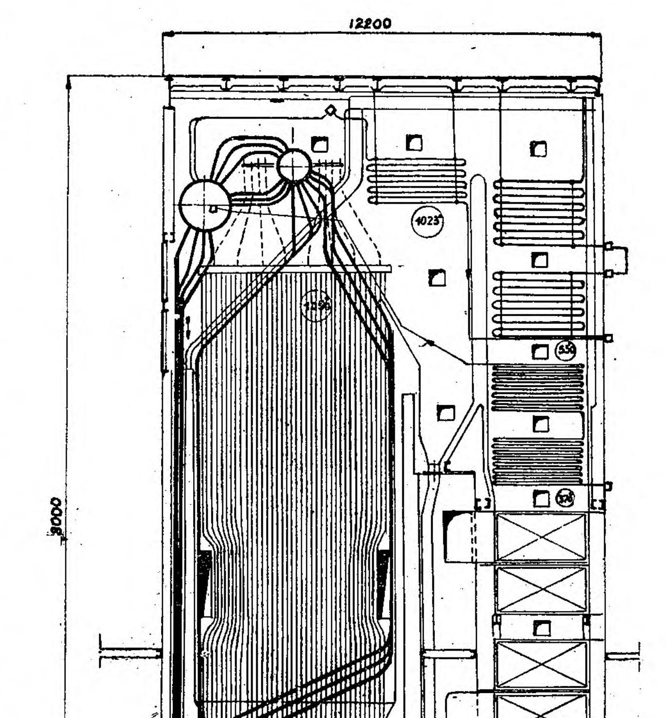
Przy kotłach tego typu rozwinęły się zasadniczo dwa rodzaje konstrukcji, a mianowicie kotły z rurami prostymi, t. zw. *kotły sekcyjne* oraz *kotły stromo-rurowe*, z rurami giętymi. Budowane obecnie kotły sekcyjne posiadają jeden walczak ustawiony poprzecznie do systemu rur (rys. 1). Rury proste stanowią tylko część powierzchni ogrzewalnej samego kotła, podczas gdy resztę tworzą ekrany utworzone z rur giętych. W związku z tym znikają ewent. korzyści wynikające z łatwości czyszczenia rur prostych, zwłaszcza w miarę wzrostu ciśnień roboczych. Stosowanie kotłów sekcyjnych dla ciśnień roboczych powyżej 40 atn. nie ma ani teoretycznego, ani też praktycznego uzasadnienia. Wprawdzie w Anglii i Stanach Zjednoczonych a częściowo i w Niemczech spotyka się kotły sekcyjne o wydajności 100 — 350 t/h dla ciśnień do 125 atn, należy to jednak przypisać raczej względom konkurencji poszczególnych firm, a nie względom technicznym. W Związku Radzieckim i Czechosłowacji stosowano tego typu kotły dla mniejszych ciśnień, jednakże przy konstrukcjach nowszych i wyższych ciśnieniach kotłów tego typu już nie wykonują. Kotły t. zw. stromo-rurowe wykazują znaczne ilości odmian konstrukcyjnych, bo jeżeli weźmiemy pod uwagę ilości walczaków kotłowych, to wahają się one od 1 do 5. Największą różnorodność spotyka się znowu w konstrukcjach amerykańskich, podczas gdy w konstrukcjach europejskich ilości wal-

czaków ograniczone są do 1,2, względnie maksymalnie 3-ch. W Niemczech starano się w ostatnich latach rozpracować jednolity typ kotła opromieniowanego, wskazany na rys. 2 dla wydajności do ok. 100 t/h, ciśnień rob. (cr.) do 80 atn, który odznacza się stosunkowo prostą budową i niewielkim ciężarem jednostkowym na tonę wyprodukowanej pary. Jest to kocioł całkowicie opromieniowany, wyposażony w ekran granulacyjny dla żużla. W nowszych konstrukcjach amerykańskich i europejskich widoczna jest tendencja do zastępowania ekranu granulacyjnego lejami wyłożonymi rurami chłodzącymi.



Rys. 1. Kocioł sekcyjny opromieniowany 60/80 t/h x 64 atn.

Nieco odmienny układ wykazuje konstrukcja amerykańska, pokazana na rys. 3, przedstawiająca kocioł o wydajności 250 t/h dla 64 atn cr. i temp. 470° C. Charakterystycznym jest w tej konstrukcji między innymi podwieszenie kotła na konstrukcji nośnej budynku, stosowane zresztą przy większości konstrukcyj amerykańskich. Podobne do podanych typy kotłów budowano również w Czechosłowacji, jednak ostatnio znajdują coraz szersze zastosowanie kotły wyposażone w komory dla płynnego odżużlania, dające się oczywiście zastosować tylko przy paleniskach pyłowych. Kocioł tego typu o wydajności ok. 90 t/h dla 64 atn cr. ustawiony w Elektrowni Brno pokazany jest na rys. 4. W konstrukcji tej widać jeszcze dość znaczną część konwekcyjną powierzchni ogrzewalnej, która w miarę zwiększania ciśnienia roboczego wydatnie maleje, a przy ciśnieniach ok. 80 — 100 atn występują we właściwym kotle tylko opromieniowane ekrany. Kotły tego typu znajdują coraz szersze zastosowanie również w Ameryce i na rys. 5 pokazany jest kocioł amerykański o wydajności 220 t/h, dla 100 atn cr. i 510° C. Kocioł ten posiada t. zw. ekrany wewnętrzen zawieszone w komorze paleniskowej, stosowane zwłaszcza w dużych jednostkach dla zwiększenia powierzchni chłodzących w komorze paleniskowej celem uzyskania właściwej temperatury spalin u wylotu z komory. W obydwu przedstawionych konstrukcjach komora paleniskowa dzieli się na komorę wstępną zamkniętą z boków i od spodu ekranami utworzonymi z rur obłożonych masą ochronną o grub. warstwy ok. 40 mm. Masę tę nakłada się przeważnie systemem natryskowym na rury zaopatrzone w przypojone trzpienie lub niewielkie kątowniki z żelaza płaskiego. Jako masę ochronną stosuje się przeważnie plastyczną masę chromową, a ostatnio zastosowano przy jednym z kotłów uruchomionym w Czechosłowacji w r. 1944 mieszaninę cementu i szamoty, uzyskując po rocznej pracy zupełnie zadawalniające wyniki. Komora wstępna oddzielona jest od dalszej części komory paleniskowej ekranami utworzonymi z rzadko rozstawionych rur również obłożonych masą ochronną, które zapobiegają unoszeniu z komory paleniskowej większych ilości popiołu. Drugą część komory stanowi komora opromieniowana wyłożona gładkimi, nieochronionymi rurami. Stosowanie tego typu komór palenisko-



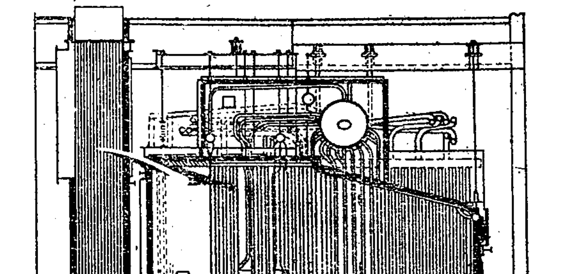
Rys. 2. Kocioł stromorurowy opromieniowany 100 t/h x 80 atn.

wych uzależnione jest w pierwszym rzędzie od punktu topliwości popiołu zawartego w węglu. Przy punktach topliwości popiołu leżących poniżej 1500° C rozwiązanie nie nastręcza specjalnych trudności. W Czechosłowacji rozpracowują obecnie konstrukcje dla paliw o punkcie topliwości popiołu dochodzących do 1600° C. Zastosowanie palenisk omawianego typu wykazuje szereg korzyści w porównaniu z innymi typami komór opromieniowanych, a mianowicie:

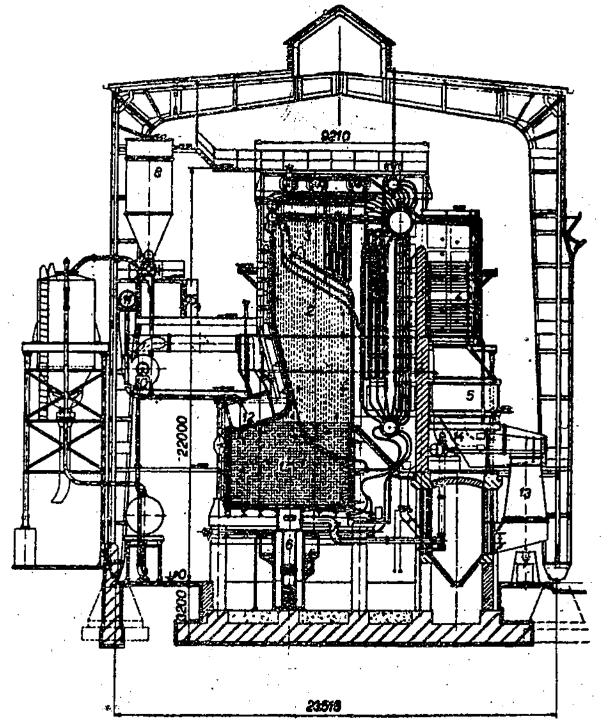
1) przez zastosowanie stosunkowo wysokich obciążeń cieplnych w komorze wstępnej, zmniejsza się znacznie nadmiar powietrza, co wpływa na podwyższenie sprawności zespołu kotłowego,

2) istnieje możliwość ekonomicznego spalania niskowartościowych paliw (duża zawartość popiołu, mała ilość części lotnych), które przy zastosowaniu palenisk rusztowych lub komór z granulacjami czy chłodzonymi lejami mogą spowodować poważne trudności, zwłaszcza przy niskich punktach topliwości popiołu,

3) przy odpowiednio zaprojektowanej komorze wstępnej uzyskuje się możność zmiany obciążenia zespołu w dość znacznych granicach (od ok. 25% wzwyż). Przy niskich obciążeniach spada wprawdzie temperatura w palenisku niekiedy poniżej punktu topliwości popiołu i wówczas żużel krzepnie na ekranach komory wstępnej, jednak paleniska pracują normalnie, dzięki możliwości stosowania silnego podgrzania powietrza (ok. 350° C). Po podniesieniu obciążenia i temperatury w palenisku, okrzepły żużel stapia się i wypływa z komory,



Rys. 3. Kocioł stromorurowy opromieniowany 240 t/h x 64 atn. 470°C.



Rys. 4. Kocioł stromorurowy z płynnym odżużlaniem 90 t/h x 64 atn. i 450° C.
1 = komora wstępna, 2 = komora wychładzająca, 3 = przestrzeń przegrzewacza, 4 = podgrzew. wody, 5 = podgrzewacz powietrza Ljungström, 6 = zbiornik granulacyjny.

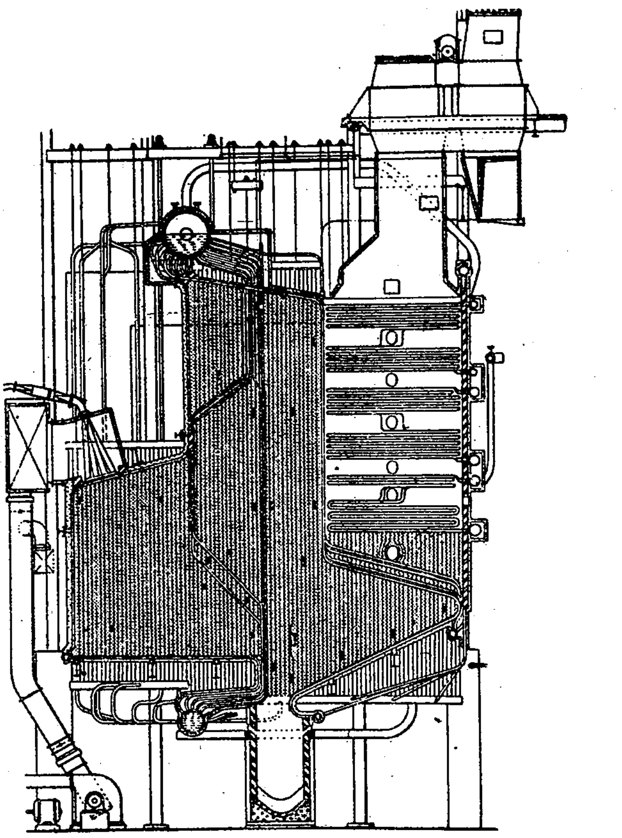
4) wysokie temperatury w palenisku zwiększają intensywność pobierania ciepła przez powierzchnie opromieniowane, co z kolei powoduje zmniejszenie gabarytów kotła, a zwłaszcza jego wysokości, umożliwiając zmniejszenie budynku kotłowni,

5) w komorze paleniskowej wytrąca się w odpływającym w stanie płynnym żużlu od 40 — 60% popiołu zawartego w paliwie co wydatnie zmniejsza zanieczyszczanie dalszych powierzchni ogrzewalnych zespołu, oraz zmniejsza ilość popiołu uchodzącego na zewnątrz ze spalinami. W wielu instalacjach można obejść się bez drogich oddzielaczy elektrostatycznych, względnie ulegają one wydatnemu zmniejszeniu,

6) chłodzony wodą żużel odpływa w nowszych konstrukcjach nieprzerwanym strumieniem z komory i po ochłodzeniu wodą można go stosunkowo łatwo usunąć z kotłowni sposobem hydraulicznym.

Kotły wyposażone w komorę dla płynnego odżużlania przeszły od chwili wprowadzenia ich, t. j. od roku 1926 szereg ewolucyj konstrukcyjnych i zostały zastosowane w Ameryce przy szeregu dużych jednostek kotłowych. (W r. 1930 było w Ameryce w ruchu 45 kotłów tego typu. Cyfra

tą od tego czasu wielokrotnie się powiększyła. W Czechosłowacji pracuje już kilkanaście instalacyj tego typu, przeważnie jako jednostki o wydajności powyżej 50 t/h, z zastosowaniem różnorodnych gatunków paliw, począwszy od węgla brunatnego do wysoko-kalorycznego węgla kamiennego).

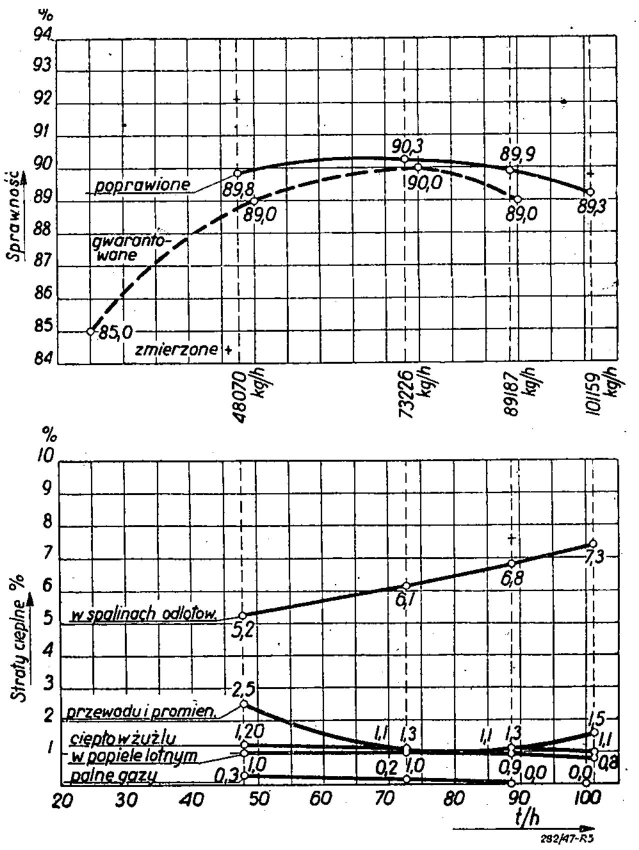


Rys. 5. Kocioł opromieniowany 220 t/h x 100 atn. i 510°C.

Początkowe trudności jakie ujawniły się w ruchu odnosiły się przeważnie do wykładzin dna komory wstępnej, zostały one jednak usunięte przez zastosowanie dna chłodzonego powietrzem, względnie w ostatnich czasach ekranem wodnym i nowoczesne konstrukcje wykazują zupełnie zadawalniające wyniki zarówno pod względem pewności ruchu, sprawności i kosztów remontu. Sprawność zależy oczywiście nietylko od zastosowania płynnego odżużlania, lecz również od prawidłowego sharmonizowania poszczególnych zespołów instalacji kotłowej. Na rys. 6 podane są wyniki pomiaru cieplnego jednego z największych kotłów tego typu pracujących w Europie, a mianowicie kotła przedstawionego na rys. 4 *).

Opisane wyżej konstrukcje mogą być oczywiście stosowane również przy kotłach o przymusowym obiegu wody, lecz jak dotąd znalazły one zastosowanie głównie przy kotłach o obiegu naturalnym.

Zwiększenie ciśnień roboczych i temperatur przegrzania wywołało istotne zmiany w konstrukcji i pracy t. zw. dodatkowych części zespołu kotłowego, jak przegrzewacze, podgrzewacze wody i podgrzewacze powietrza. Wysoka temperatura przegrzania zmusza do umieszczenia przegrzewacza w miejscach wysokich temperatur spalin, co rozwiązuje się przeważnie przez rozdzielenie prze-



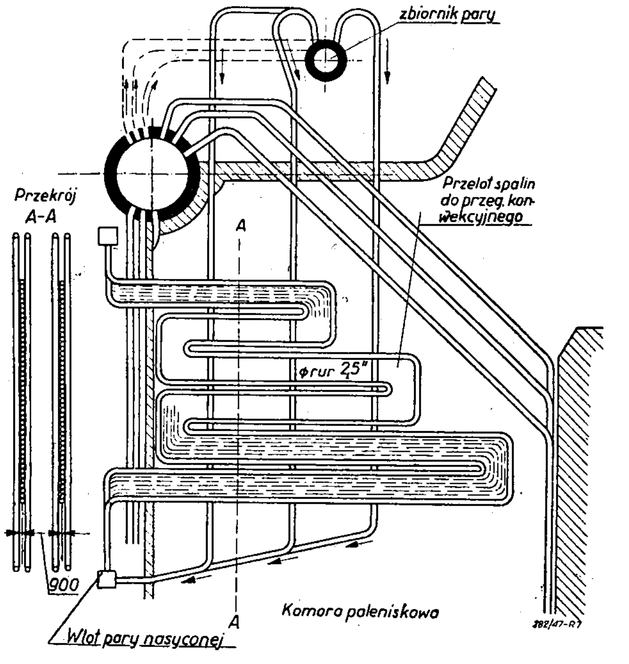
Rys. 6. Wyniki pomiaru cieplnego kotła rys. 4.

grzewacza na część opromieniowaną i konwekcyjną. Konstrukcja ta umożliwia stosunkowo łatwą regulację temperatury przegrzania, ważną ze względu na uniknięcie przegrzania materiału rur, przez przyłączenie do przegrzewacza opromieniowanego wlotu pary nasyconej, oraz użycie przegrzewacza konwekcyjnego dla jej ostatecznego przegrzania. Ze wzrostem obciążenia kotła spada temperatura pary w opromieniowanej części przegrzewacza i naodwrót podnosi się w części konwekcyjnej, co w rezultacie daje prawie stałą temperaturę przegrzania przy zmianie obciążenia, względnie zmniejsza znacznie zakres regulacji. Umieszczenie przegrzewacza w wysokiej temperaturze spalin może jednak spowodować poważne trudności ruchowe, zwłaszcza przy paliwach o niskim punkcie zmiękczania popiołu, przez zalepianie przelotów rurowych popiołem i żużlem. Trudności te starali się Niemcy usunąć częściowo z powodzeniem konstrukcją wskazaną na rys. 7.

Jak z rysunku tego widać, rury ułożone są w zwoje tworzące ściany dzielące kanał spalinowy na szereg kanałów o szerokości ok. 850 mm. Pobieranie ciepła następuje głównie przez promieniowanie, a popiół znacznie trudniej może osadzać się na rurach. Wskutek

*) Podany wykres otrzymany od *prof. dra inż. J. Cermaka*, Politechnika — Praga.

elastycznego zawieszenia zwojów przegrzewaczowych na rurach doprowadzających parę nasyconą z walczaka następować ma strząsanie popiołu pod wpływem wibracji ścian rurowych spowodowanej przepływem spalin. Konstrukcję tę w różnych od-



Rys. 7. Przegrzewacz opromieniowany z rozstawionymi ścianami rurowymi.

mianach zastosowała firma *KSG* przy 5-ciu kotłach po 130 t/h i 4-ch po 180 t/h i 200 t/h ustawionych w jednej z większych elektrowni pod Lipskiem.

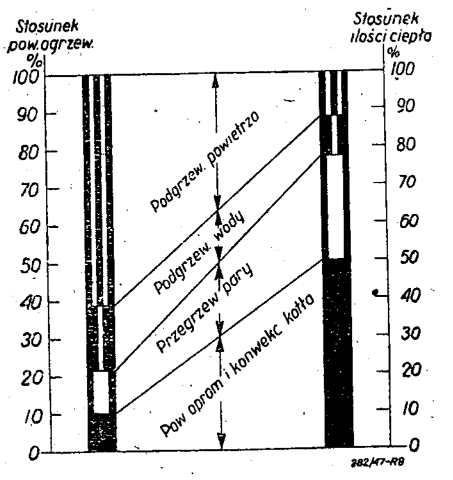
Rola podgrzewaczy wody uległa w nowoczesnych kotłach znacznej zmianie, gdyż nie są one więcej środkiem do zwiększania sprawności kotła, lecz przyjmują funkcję dawniejszych części konwekcyjnych drugiego, wzgl. trzeciego ciągu kotłowego. Konieczność odgazowania wody zasilającej zmusza do podgrzania jej parą pobieraną z turbiny powyżej 100° C. Normalnie posiada woda u wlotu do podgrzewacza temperaturę 150 — 200° C i zostaje w nim podgrzana do temperatury nasycenia pary lub przeważnie nieco wyżej. Rury podgrzewacza połączone są przeważnie wprost z walczakiem, tak iż stają się one istotną częścią składową kotła, ściśle mówiąc częścią konwekcyjną o przymusowym przepływie wody. Zadanie podwyższenia sprawności zespołu przez wydatne obniżenie temperatury spalin przypada obecnie podgrzewaczom powietrza, które stają się poza tym elementem niezbędnym przy spalaniu niskowartościowych gatunków paliwa, zwłaszcza w paleniskach pyłowych. Omówione powyżej pokrótce elementy zespołu kotłowego wykazują bardzo wiele odmian konstrukcyjnych, których bliższe rozpatrzenie należałoby przeprowadzić oddzielnie.

Chciałbym zwrócić uwagę tylko na pewne szczegóły konstrukcyjne względnie ruchowe, dotychczas u nas nie stosowane. W ostatnich czasach stosuje się coraz częściej w Czechosłowacji, a w pewnym stopniu i w Niemczech w miejsce wentylatorów o przepływie promieniowym wentylatory o przepływie osiowym z nastawnymi łopatkami dopływowymi, umieszczonymi w obudowie wentylatora. Wentylatory tego typu odznaczają się stosunkowo wysoką sprawnością, bo wynoszącą ponad 80%, zmieniającą się nieznacznie w szerokich granicach wydajności. Wentylatory te stosują w Czechosłowacji prawie bez wyjątku jako wentylatory podmuchowe dla czystego powietrza, a w wielu wypadkach również jako ekshaustory dla spalin.

W zagranicznej praktyce stosuje się w coraz mniejszym stopniu parowe zdmuchiwanie popiołu zastępując je zdmuchiwaniem za pomocą powietrza sprężonego, przy czym niekiedy stosuje się domieszkę piasku zwłaszcza dla usuwania popiołu przylepionego silnie do rur. W szeregu konstrukcyj kotłów opromieniowanych następuje oczyszczanie zwłaszcza powierzchni przegrzewaczowych przez mechaniczne potrząsanie. Przy najnowszych czeskich konstrukcjach kotłów z płynnym odżużlaniem ilość zdmuchiwaczy popiołu jest wydatnie zredukowana, gdyż przewidziane są one tylko dla oczyszczania powierzchni podgrzewacza wody i powietrza wyłącznie jako dmuchawki powietrzne. Szereg doświadczeń przeprowadzonych zagranicą wykazuje, zresztą zgodnie z naszymi wiadomościami, że wszystkie typy kotłów wysoko-prężnych wymagają zasilania wodą całkowcie oczyszczoną i odgazowaną, przy czym oczyszczanie wody staje się problemem zasadniczym, mającym decydujący wpływ na zadawalniającą pracę zespołu kotłowego.

Ogólne cechy dające się zaobserwować przy różnorodnych konstrukcjach możnaby pokrótce określić następująco: w miarę wzrostu ciśnienia następuje silne zmniejszenie, wzgl. całkowite zanikanie konwekcyjnych części powierzchni ogrzewalnej kotłów przy równoczesnym szerokim zastosowaniu opromieniowanych ekranów dla opanowania procesów spalania w komorze paleniskowej i zwiększenia intensywności odbioru ciepła. Rola i zadanie podgrzewacza wody i powietrza ulega znacznej zmianie, a również ich wielkości w porównaniu do konstrukcyj starszych ulegają wydatnym zmianom. Wzajemny stosunek powierzchni ogrzewalnych poszczególnych części zespołu, oraz ilości ciepła przez nie pobieranych dla nowoczesnych instalacyj wysokiego ciśnienia pokazuje rys. 8. Z rysunku tego widać że właściwy kocioł tworzy zaledwie ok. 10% całkowitej powierzchni ogrzewalnej, pobierając ok. 50% ciepła doprowadzonego w węglu, podczas gdy resztę pobierają dalsze powierzchnie ogrzewalne o stosunkowo znacznej wielkości. W miarę wzrostu ciśnienia następuje zwiększenie wysokości kotłów, dla zapewnienia prawidłowej cyrkulacji, z równoczesnym zwiększeniem wysokości komór paleniskowych. Jako paleniska wchodzą pod uwagę przy kotłach większych od ok. 50 t/h wzwyż prawie wyłącznie paleniska pyłowe, umożliwiające budowanie nawet bardzo dużych jednostek, oraz daleko idącą mechanizację pracy. Pojemność wodna nowoczesnych kotłów wybitnie się zmniejsza, wynosząc od ⅓ — ¼ godzinnej wydajności, co zmusza do stosowania

pewnie działających urządzeń regulacyjnych zasilania oraz użycia dających się łatwo regulować palenisk, i co równocześnie czyni nowoczesne kotły elastycznymi z punktu widzenia zmiany obciążenia. Stosowanie zamiast masywnych obmurowań, aku-



Rys. 8. Stosunki powierzchni ogrzewalnych i pobieranych przez nie ilości ciepła w nowoczesnym kotle.

mulujących dużą ilość ciepła, ekranowanych palenisk z lekką zewnętrzną izolacją, wpływa również korzystnie na elastyczność zespołów kotłowych i umożliwia wydatne skrócenie czasu potrzebnego na rozpalanie kotłów. Coraz szersze zastosowanie znajdują aparaty regulujące automatycznie pracę całego zespołu, których stosowanie w Ameryce jest obecnie regułą, podczas gdy w Europie spotyka się często tylko automatyzację pracy niektórych części zespołu.

Rezultaty osiągnięte w krajach przodujących w konstrukcji i budowie nowoczesnych kotłów parowych wykazują, że nowoczesny kocioł staje się zespołem nie ustępującym prawie pod względem pewności ruchu innym urządzeniom maszynowym i że w niedługim czasie w nowoczesnych siłowniach staną się zbędne t. zw. rezerwy w kotłach w porównaniu do rzeczywistego zapotrzebowania pary dla turbin czy też celów grzewczych.

III. KOTŁY O PRZYMUSOWYM OBIEGU.

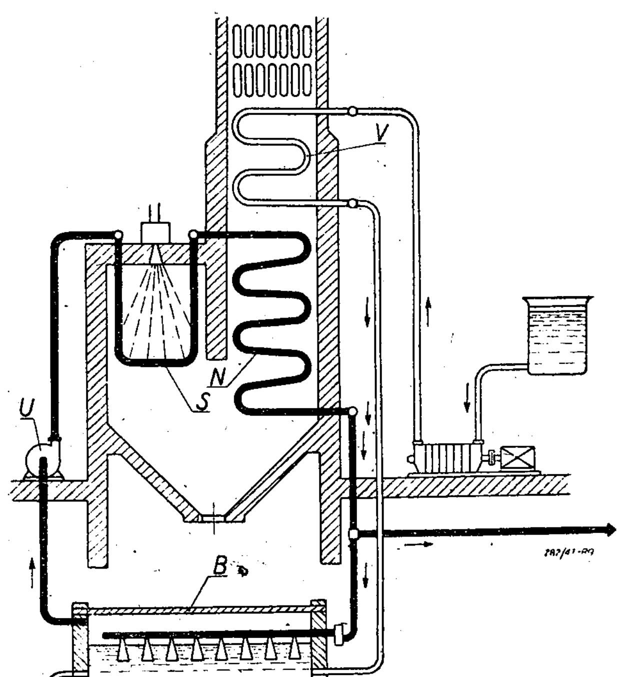
W miarę wzrostu ciśnień roboczych kotłów ujawniły się w niektórych konstrukcjach o naturalnym obiegu wody zaburzenia cyrkulacji wody w kotle. Szczegółowe przeanalizowanie wszystkich czynników, wpływających na obieg wody w kotle wymagałoby obszerniejszych rozważań. Można jednak stwierdzić, że głównymi czynnikami mającymi wpływ na obieg wody są:

a) różnica gęstości, wzgl. ciężaru gatunkowego wody oraz mieszaniny wody i pary przy danym ciśnieniu, która to różnica jest siłą popędową, wywołującą obieg wody w kotle,

b) opory wywołane tarciem, które przeciwdziałają obiegowi a są w przybliżeniu odwrotnie proporcjonalne do ciężaru gatunkowego (gęstości) mieszaniny parowo-wodnej, obiegającej w kotle.

Ze wzrostem ciśnienia maleje objętość właściwa pary wodnej, zrównując się przy ciśnieniu krytycznym z objętością właściwą wody. Stosunek objętości właściwej pary do objętości właściwej wody maleje ze wzrostem ciśnienia. Z powyższego wynika, że **siła popędowa**, wywołująca obieg wody maleje ze wzrostem ciśnienia, a **zmniejszenie oporów**, wskutek zmiany stosunku objętości właściwej tylko częściowo równoważy zmniejszenie tej siły. To też kwestie obiegu wody przy kotłach wysoko ciśnieniowych wymagają dokładnej analizy, a ich pomyślne rozwiązanie natrafia niekiedy na znaczne trudności.

Dla uniknięcia tych trudności wprowadzono kotły o przymusowym obiegu wody, który zapewnia prawidłową cyrkulację nawet przy najwyższych ciśnieniach, daje dużo swobody w rozmieszczeniu powierzchni ogrzewalnych, umożliwia zastosowanie rur o małych średnicach oraz zezwala na stosowanie dużych szybkości przepływów w rurach, co wpływa korzystnie na zwiększenie współczynników przewodnictwa ciepła, zwiększających się również ze zmniejszeniem średnicy rur.



Rys. 9. Schemat kotła syst. Loefflera.

Naogół wykazują kotły o przymusowym obiegu wody mniejsze gabaryty i mniejsze wagi na jednostkę wyprodukowanej pary, niż kotły o naturalnym obiegu, lecz korzyści te są częściowo zmniejszone zużyciem energii dla napędu pompy cyrkulacyjnej i pewną komplikację ruchu, wynikającą z włączenia dodatkowego urządzenia mechanicznego w zespół kotłowy.

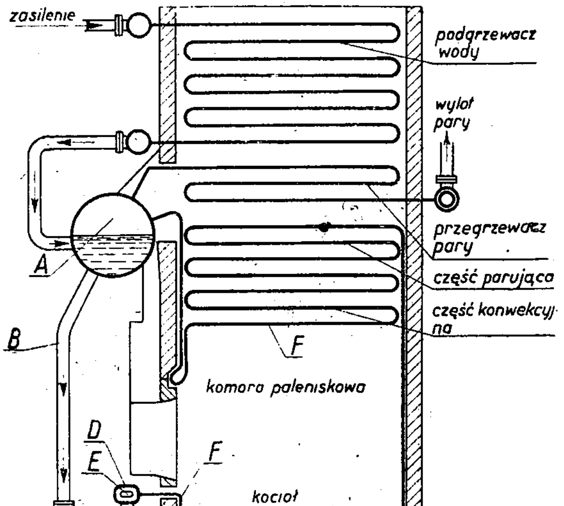
Z pośród wielu odmian konstrukcyjnych omówię tylko te które uzyskały większe rozpowszechnienie, wzgl. mogą dla nas mieć w niedalekiej przyszłości większe znaczenie.

1) Kotły systemu *Loefflera.*

Schemat tego kotła rys. 9 wskazuje, że wytwarzanie pary odbywa się pośrednio w walczakach, umieszczonych poza właściwym kotłem. Para nasycona pobierana z walczaków *B* przez pompę obiegową *U* zostaje przetłoczona przez opromieniowany przegrzewacz *S* i konwekcyjny *N*, przyczym część pary przegrzanej odpływa do miejsca zużycia, a część wpływa do walczaków, gdzie rozdzielona specjalnymi dyszami służy do odparowania wody podgrzanej, doprowadzonej z podgrzewacza wody *V*. Kotły tego typu pracują w Czechosłowacji, Związku Radzieckim i Anglii przy wydajnościach do 140 t/h i ciśn. rob. 135 — 140 atn. Przez zastosowanie w przegrzewaczach szybkości przepływu pary ok. 20 m/sek. uzyskuje się stosunkowo dobre chłodzenie ścianek rur przegrzewacza.

Pompa obiegowa dla pary jest pompą odśrodkową z możliwością regulacji obrotów w granicach 2.000 — 8.000 obrotów na minutę, co umożliwia pokonanie krótkich zmian obciążenia bez obniżania temperatury pary przegrzanej.

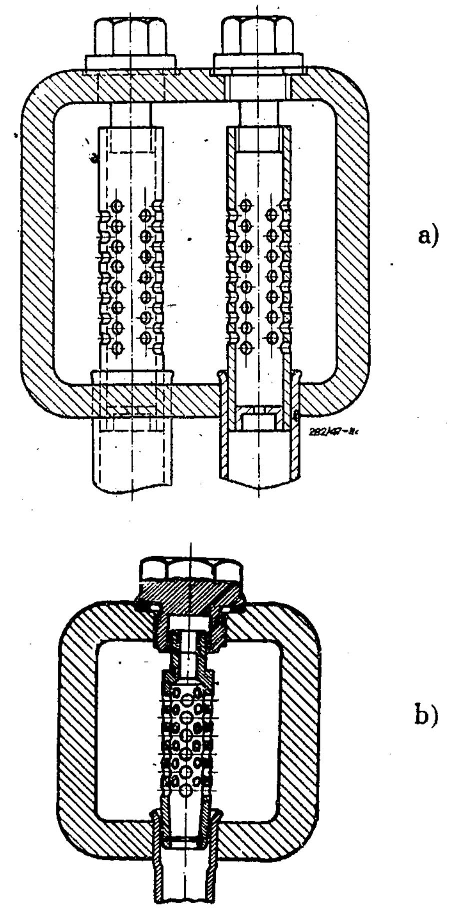
Główną zaletą tych kotłów miała być mniejsza wrażliwość na jakość wody zasilającej dzięki przeniesieniu odparowania w nieogrzewane spalinami walczaki kotła. Okazało się jednak, że kotły te muszą być zasilane wodą tak samo oczyszczoną, jak inne typy kotłów wysoko-prężnych, gdyż w przeciwnym wypadku następuje unoszenie soli z walczaków do przegrzewacza i przepalanie rur. Kotły tego typu prawdopodobnie większego zastosowania już obecnie nie znajdą.



Rys. 10. Schemat kotła syst. La Mont.

2) Kotły systemu *La Mont.*

Schemat tych kotłów pokazany jest na rys. 10. Pompa cyrkulacyjna pobiera wodę o ciśnieniu roboczym z walczaka i wtłacza ją do jednej lub kilku komór rozdzielczych *D*, w których osadzone są naprzeciw każdej rury dysze rozdzielcze (rys. 11) o takich wymiarach, że poszczególne rury otrzymują ilości wody odpowiadające natężeniu powierzchni ogrzewalnej w danej części kotła. Dalsze powierzchnie ogrzewalne, t. j. przegrzewacz i podgrzewacz wody odpowiadają konstrukcjom spotykanym w innych typach kotłów. Wszystkie rury mają przeważnie średnicę 32/26 mm i zginane są w sposób najbardziej odpowiadający warunkom konstrukcyjnym.



Rys. 11. Dysze rozdzielcze w kotłach La Mont.

a = dla ciśnień niższych
b = dla ciśnień wyższych.

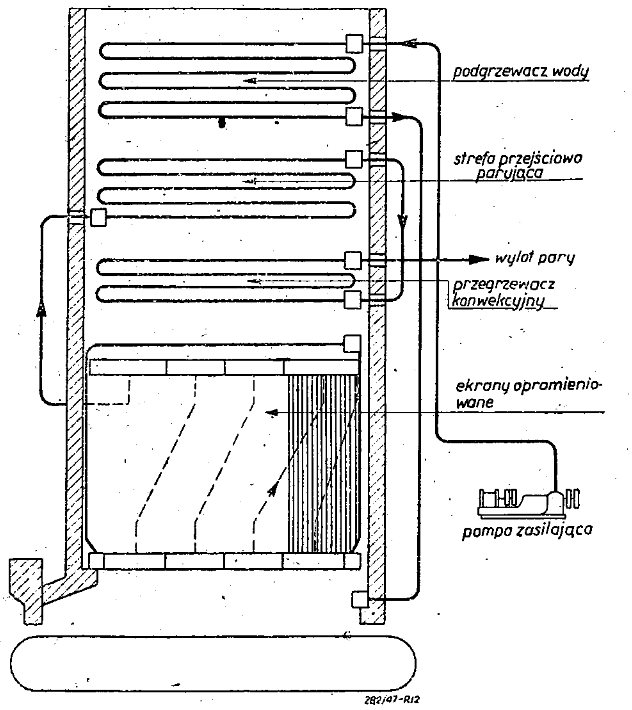
Przy wykładaniu ścian komory paleniskowej stosuje się zwoje płaskie o prawie przylegających rurach, co umożliwia wykonanie bardzo lekkiego obmurza, składającego się tylko z płyt izolacyjnych o grubości 50—80 mm i poduszek z wełny szklanej pod pancerzem blaszanym. Pompa cyrkulacyjna pokonuje właściwie tylko opory w systemie rurowym, wytwarzając nadciśnienie ok. 2,5 atn i pracuje przy stałej ilości obrotów, przetłaczając około 8-krotną ilość wody odparowywanej przez kocioł. Zużycie mocy pompy wynosi ok. 0,5 do 0,75% energii wytwarzanej przez kocioł. Pompa zasadniczo pracuje jak każda inna pompa dla wody gorącej i nie tworzy komplikacji w ruchu instalacji. Kotły opisanego typu znalazły szerokie zastosowanie w Szwecji, Niemczech, Anglii, a częściowo w Ameryce, Związku Radzieckim, przyczym w Ameryce pracuje jednostka o wydajności 325 t/h przy ciśnieniu 13 atn i 515° C. U nas również pracuje kilka kotłów tego systemu.

Mała waga kotłów typu *La Mont* w stosunku do wydajności, oraz łatwość rozmieszczenia po-

wierzchni ogrzewalnych w ograniczonej przestrzeni, przyczyniły się do szerokiego zastosowania tych kotłów, jako kotłów okrętowych, dalej do wykorzystania ciepła spalin odlotowych w instalacjach przemysłowych, oraz dla modernizacji starszych typów kotłów przez wyłożenie ekranami systemu *La Mont* komór paleniskowych.

3) Kotły systemu *Benson i Sulzer.*

Kotły systemu *Benson* były jednym z pierwszych praktycznych rozwiązań konstrukcyjnych kotłów o t. zw. jednokrotnym obiegu wody, odznaczających się tym, że woda zasilająca wtłaczana z jednego końca w system rurowy zostaje kolejno podgrzana, odparowana, a dalej para przegrzewa się i odpływa do miejsc zużycia. Kotły te składają się z samych rur i ewent. komór zbiorczych, nie



Rys. 12. Schemat kotła syst. Benson.

posiadają natomiast zupełnie walczaków. Kocioł systemu *Bensona* pokazany na schemacie rys. 12 został zbudowany pierwotnie dla pracy przy ciśnieniu krytycznym pary (225 atn) przez co uzyskiwało się silnie przegrzaną wodę, a następnie przez redukcję ciśnienia wytwarzała się para o wymaganym przegrzaniu. Ze względu na trudności połączone z pracą przy ciśnieniu krytycznym, zaczęto budować kotły tego typu dla ciśnień niższych, co spowodowało istotną zmianę cyklu produkcyjnego, albowiem zaszła konieczność włączenia systemu rur, w których odbywa się odparowanie. Do pęczka tego stanowiącego t. zw. strefę przejściową, umieszczonego w nowszych konstrukcjach w miejscu niższych temperatur spalin dopływa para o wilgotności ok. 30% i opuszcza go w stanie lekko przegrzanym. Kotły tego typu wymagają oczywiście daleko posuniętej automatyzacji obsługi i pracują najlepiej przy stałym obciążeniu.

Dalszym etapem rozwoju kotłów o jednokrotnym obiegu wody są t. zw. jednorurowe kotły systemu *Sulzer*, budowane głównie dla ciśnień od 80 do 160 atn. Kotły te nie posiadają walczaków, a właściwy kocioł składa się przy mniejszych jednostkach z jednej rury, a przy większych z pęczka równoległych rur. Długość jednej rury wynosi ok. 1.300 m, a spadek ciśnienia w rurze przy ciśnieniu ok. 100 atn wynosi ok. 30 atn. W wymienionej rurze, lub rurach przechodzi woda kolejno w parę nasyconą i przegrzaną. Specjalną cechą kotłów tego systemu jest pełna automatyzacja pracy za pomocą termostatów i sterowanych hydraulicznie z odległości zaworów regulujących, przez co kocioł i turbina tworzą właściwie wspólnie pracujący i regulowany zespół.

Poza wyżej omawianymi kotłami o przymusowym obiegu istnieje cały szereg odmian konstrukcyjnych, a prace konstrukcyjne i badawcze w tej dziedzinie prowadzone są w szeregu krajów, na dużą skalę. Wydaje się, że kotły te uzyskają w przyszłości duże znaczenie ze względu na stosunkowo niewielką wagę i znaczne ułatwienie konstrukcyjne.

IV. WNIOSKI DLA BUDOWY NOWYCH INSTALACJI W POLSCE.

Z opisanego powyżej rozwoju różnych konstrukcji kotłowych w krajach, przodujących w tej dziedzinie techniki, widać, że narazie nie będzie można ustalić u nas jednolitego typu kotła dla różnych wielkości ciśnień roboczych i warunków pracy.

Z drugiej strony musimy dążyć do możliwie wydatnego zmniejszenia ilości produkowanych typów, aby w ten sposób zwiększyć produkcję fabryk krajowych i zaspokoić w możliwie dużym stopniu nasze potrzeby w okresie odbudowy i rozbudowy przemysłu i energetyki.

Istotną okolicznością wpływającą na ustalenie typu budowanego nowego kotła winna być możność wykonania możliwie całej instalacji, lub znacznej jej części w kraju, gdyż obecne możliwości importowe są stosunkowo niewielkie ze względu na zwiększenie się zapotrzebowania na rynkach światowych, wskutek ograniczeń produkcji, jakie stosowano prawie we wszystkich krajach w okresie wojennym.

Jako typy kotłów powinny wchodzić pod uwagę dla jednostek o wydajności do ok. 40 t/h i ciśnień nie przekraczających 40 atn kotły sekcyjne lub stromo-rurowe dwu- lub najdalej trójwalczakowe z komorami paleniskowymi w miarę możności całkowicie ekranowymi. Dla jednostek o wydajności powyżej 40 t/h będą wchodziły pod uwagę wyłącznie kotły stromo-rurowe opromieniowane.

Z kotłów o przymusowym obiegu mogą nadawać się dla naszych celów głównie kotły systemu *La Mont*, zwłaszcza w razie silnego ograniczenia przestrzeni stojącej do dyspozycji dla ustawienia kotła. Dodatkowe powierzchnie ogrzewalne systemu *La Mont* mogą znaleźć szerokie zastosowanie przy przebudowie kotłów istniejących, jako ekrany dla wyłożenia komór paleniskowych, celem zwiększenia wydajności i sprawności kotłów starszych konstrukcyj.

Jakkolwiek w Ameryce i Związku Radzieckim, a częściowo w Anglii i Niemczech widoczne są tendencje do budowania coraz to większych jednostek, to jednak w naszych warunkach, między innymi ze względu na charakter konsumpcji energii elektrycznej, wydaje się budowanie w najbliższych kilku latach jednostek o wydajności powyżej 100 do 120 t/h niecelowe, a większość dużych jednostek winna raczej posiadać wydajność 80—100 t/h.

Ciśnienia robocze i temperatury pary przegrzanej mogą być również nawet dla jednostek dużych na okres najbliższych kilku lat ograniczone do 80—100 atn i 500—510° C, zwłaszcza, że i w innych krajach obserwuje się wyraźną tendencję do stabilizacji ciśnień rob. na poziomie 80 — 120 atn, gdyż wyższe ciśnienia powodują nawet w krajach wysoko uprzemysłowionych pewne trudności materiałowe, a głównie ruchowe, zwłaszcza przy kotłach pracujących przy obciążeniu zmiennym, lub często wyłączanych z pracy.

Problemem bodajże najważniejszym i powiedziałbym decydującym dla wyboru określonego typu kotła jest konieczność stosowania w najszerszym zakresie nisko-gatunkowych sortymentów węgla. Analogiczną tendencję można zaobserwować w innych krajach, bez względu na to, czy posiadają znaczne, czy też mniejsze zasoby paliwa. W Związku Radzieckim, Czechosłowacji i Niemczech problem ten rozwiązywany jest prawidłowo już od szeregu lat przez szerokie stosowanie w większych ilościach węgla brunatnego, wzgl. pozostałości z sortowni węgla. W ostatnich czasach również w Ameryce poświęca się temu problemowi coraz to więcej uwagi. W naszych warunkach zasadniczym paliwem jest węgiel kamienny, będący równocześnie naszym głównym artykułem eksportowym. Wzrastające z produkcją węgla kamiennego ilości miału i pozostałości z sortowania winny być w najszerszym zakresie stosowane dla opalania kotłów. Przy kotłach mniejszych można to będzie rozwiązać za pomocą rusztów mechanicznych, przystosowanych do spalania wyżej wymienionych gatunków węgla, natomiast przy kotłach większych bedą wchodziły pod uwagę wyłącznie paleniska pyłowe.

Korzystne doświadczenia poczynione w ostatnich latach w Ameryce i Czechosłowacji z kotłami pracującymi z płynnym odżużlaniem powinny być u nas wykorzystane w szerokim zakresie, zwłaszcza, że wiele gatunków naszego węgla posiada stosunkowo niskie punkty topliwości popiołu, wahające się w granicach ok. 1.000 — 1.200°C. Spalanie tego rodzaju węgla przy innych konstrukcjach komór paleniskowych wywołać może szereg trudności ruchowych. Bardzo ciekawe pod tym względem są wyniki badań przeprowadzonych przez ekspertów angielskich w Niemczech, latem i jesienią 1945 r., którzy badali wyniki ruchowe uzyskane w kilkunastu instalacjach położonych w Niemczech centralnych i zachodnich. W instalacjach tych wyposażonych po kilka do kilkunastu kotłów o wydajności 80 — 200 t/h dla ciśnień od 40 do 160 atn różnych konstrukcji budowanych w latach 38 — 44 nie znaleźli ani jednego kotła wykazującego nieprzerwaną pracę przy pełnym obciążeniu przez 4.000 godzin ruchu, a przeciętna wydajność jaką można było osiągnąć wahała się w granicach 70 — 80% wydajności gwarantowanej. Większość badanych kotłów stanowią kotły opromieniowane z rusztami granulacyjnymi lub chłodzonymi lejami popiołowymi. Trudności ruchowe objawiały się głównie w zalepianiu popiołem górnych ekranów, czy też pierwszych członów przegrzewacza, a spowodowane były częściowo koniecznością używania w okresie wojennym innych paliw niż przewidziane były przy konstrukcji kotłów.

Jednym z istotnych momentów przemawiających za szerokim stosowaniem kotłów z płynnym odżużlaniem jest kwestia wydatnego zmniejszenia zanieczyszczenia okolicy przez popiół lotny, w wypadku niemożności zastosowania elektrostatycznych oddzielaczy popiołu, bardzo kosztownych i na razie w kraju nieprodukowanych, oraz stosunkowo prosty sposób usuwania z kotłowni żużla wydzielonego w stanie płynnym.

Przy doborze dalszych części instalacji kotłowych jak przegrzewacze, podgrzewacze wody i powietrza itd. będziemy musieli w znacznym stopniu wykorzystać doświadczenia poczynione w ostatnich latach zagranicą, aby wybudowane u nas nowe zespoły odpowiadały obecnemu stanowi techniki i wykazywały dostateczną pewność w ruchu.

Poza doborem właściwej konstrukcji wpływa na pewność ruchu w znacznym stopniu jakość użytego do budowy materiału, to też hutnictwo nasze będzie musiało poświęcić specjalną uwagę wyprodukowaniu odpowiednich jakości materiałów, zwłaszcza w dziale rur odpornych na wyższe temperatury.

Rozwiązanie tego problemu wymaga bliskiej współpracy różnych specjalistów jak konstruktorzy, wykonawcy warsztatowi, energetycy, hutnicy oraz rzeczoznawcy ze Stowarzyszeń Dozoru Kotłów i Politechnik. Wymienieni specjaliści powinni być członkami stałej instytucji, zbliżonej do podobnych instytucji, pracujących w szeregu innych krajów.

W ogólnych zarysach byłyby zadania tej instytucji następujące:

Zebranie w sposób naukowy doświadczeń ruchowych w nowoczesnych instalacjach istniejących u nas, a w miarę możności i zagranicą, przeprowadzenie badań uruchomionych nowych instalacji, pełne zbadania właściwości różnych gatunków naszego węgla oraz opracowanie wytycznych dla budowy i eksploatacji nowych instlacji. Celem spełnienia swych zadań musiałaby wymieniona instytucja mieć możność inicjować i popierać prace naukowo-badawcze związane z rozwiązywaniem różnych problemów istotnych dla budowy i eksploatacji nowoczesnych instalacji kotłowych.

LITERATURA:

1) Miesięcznik „Power" XII, 1946.
2) *Romm* „Katielnyje agregaty".
3) Miesięcznik „Strojnicky obzor" Nr 9 rok 1939 i Nr 1 rok 1943.
4) The Steam Boiler Yearbok and Manual 1944 r.
5) Wartime development in the design of Boilers and Combustion Equipment in Germany, BIOS. Report No. 498.

Nowoczesne Turbiny Gazowe

inż. J. DYDUSZYŃSKI

Wstęp. — Historia turbiny gazowej. — Układ zespołów turbinowych. — Turbiny gazowe o obiegu zamkniętym. — Możliwości podwyższania temperatury początkowej gazów. — Możliwości stosowania pyłu węglowego do napędu turbiny gazowej. — Zastosowanie turbiny gazowej w lotnictwie. — Zakończenie.

Kontakt nasz ze światem technicznym zagranicznym był w czasie wojny zupełnie zerwany, a i dziś wiadomości, jakie otrzymujemy, są skąpe i niezupełne wskutek nieregularnego dopływu pism i książek technicznych z zagranicy. Z tego powodu artykuł ten może posiadać pewne luki, wynikające z braku wszystkich publikacji w tej dziedzinie.

Historia turbiny gazowej.

Początki turbiny gazowej sięgają dość dawnych czasów, bo już w r. 1791 niejaki *John Barker* zgłosił w Anglii patent turbiny, napędzanej olejem, spalanym przy pomocy powietrza ściśnionego, otrzymywanego ze sprężarki napędzanej z wału tej turbiny. Tak jak zresztą i pomysł turbiny parowej, bardzo stary, bo stosowany w prymitywnej formie, przez kapłanów egipskich, nie mógł być zastosowany na skalę techniczną bez odpowiedniego rozwoju techniki warsztatowej i materiałowej, tak samo i rozwój turbiny gazowej mógł ruszyć z miejsca dopiero z chwilą odpowiednich osiągnięć technicznych w innych dziedzinach. Trudno byłoby tu wyliczyć różne próby rozwiązywania turbiny gazowej. Wszystkie je można podzielić w zależności od sposobu spalania paliwa na metody, stosujące spalanie:

a) przy stałej objętości,

b) przy stałym ciśnieniu.

Największe zasługi w budowie turbin o spalaniu przy stałej objętości ma *Holzwarth*. W turbinie jego w zamkniętej komorze tworzy się mieszanka paliwa i powietrza. W chwili wybuchu otwiera się zawór wylotowy, przez który spaliny płyną do dysz i wirnika turbiny. Zapłon następuje elektrycznie. Po rozprężeniu gazy pozostałe w komorze są wytłaczane powietrzem przemywającym i komora napełnia się na nowo. Wadą tej turbiny jest konieczność stosowania sterowanych zaworów oraz zmienność szybkości gazów wskutek zmieniającego się ciśnienia; pogarsza to sprawność pracy gazów w łopatkach wirników.

Zasada turbiny o stałym ciśnieniu, polega na ciągłym doprowadzaniu paliwa gazowego lub płynnego i powietrza pod ciśnieniem do komory, w której odbywa się stałe spalanie i z której gazy spalinowe płyną do dysz turbiny. Turbina taka została zbudowana w r. 1904 przez *Lemele'a i Armengau* Olej był tu spalany w palniku przy pomocy powietrza o ciśnieniu 3 do 4 atn. dostarczanego przez turbosprężarkę sprzężoną z wałem turbiny. Ilość powietrza była wielka, aby temperatura gazów nie przewyższała 650° C ze względu na wytrzymałość i korozję łopatek. Gazy przepływały z komory spalinowej przez dysze na łopatki wirników. Całość stanowiła bardzo proste urządzenie, sprawność turbiny była jednak tak mała, że moc wytwarzana przez nią wystarczała zaledwie do napędu sprężarki.

Do znaczniejszego ulepszenia turbiny tego typu przyczyniło się zajęcie się nią przez przodujące w dziedzinie maszyn obrotowych szwajcarskie fabryki: *Brown Boveri i Escher Wyss*. Nastąpił okres między obu wojnami, kiedy małe turbiny tego typu zaczęto stosować do napędu dmuchaw do doładowywania powietrzem cylindrów silników spalinowych. Turbinki te były napędzane gazami wylotowymi tych silników. Następnie zaczęły powstawać w nowoczesnym przemyśle chemicznym zagadnienia wykorzystania wysokiego ciśnienia gazów, które musi być stosowane w aparaturze ze względu na usprawnienie i przyśpieszenie różnych reakcji. Wypuszczenie sprężonych gazów jest oczywiście marnotrawstwem energii. Poczęto więc tu stosować turbiny gazowe, wykorzystujące energię tych gazów. W r. 1938 została taka turbina zainstalowana w Fabryce Związków Azotowych w Chorzowie. Turbina ta jest napędzana gazem o ciśnieniu 7 atn, zawierającym głównie azot, pozostały po absorbcji w wodzie tlenków azotu, powstałych przez spalenie amoniaku z powietrzem pod ciśnieniem. Gazy idące do turbiny są podgrzewane do temperatury ok. 500° C w wymienniku ciepłem reakcji spalonego amoniaku. Moc turbiny wynosi około 1000 KM i napędza ona turbosprężarkę, dostarczającą powietrza, potrzebnego do spalania amoniaku. Turbina ta jest, o ile mi wiadomo, jedyną dotychczas w Polsce stałą turbiną gazową.

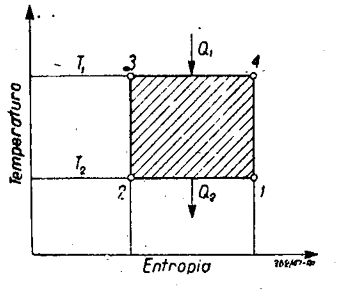
Około roku 1930 znalazła turbina gazowa zastosowanie w kotłach „*Velox*" budowanych przez firmę *Brown Boveri*. Zasada działania tych kotłów polega na spalaniu gazu lub oleju pod ciśnieniem 1 do 10 atn, dzięki czemu można stosować wielkie szybkości spalin, sięgające 200 m/sek i wyżej. Uzyskuje się przez to, oraz dzięki większemu ciężarowi właściwemu gazów, przechodzenie ciepła 10 do 20 razy większe niż w zwykłych kotłach. Energia sprężonych gazów, wychodzących z kotła, jest wykorzystywana w turbinie gazowej, napędzającej sprężarkę dostarczającą powietrze do spalania oraz pompę zasilającą kocioł.

Dzięki temu, że dla tych wszystkich celów opłacało się budować turbiny nawet wtedy, gdy posiadały one mniejszą sprawność, dokonano znacznych ulepszeń w tej dziedzinie, a zatem i podwyższono sprawności tych maszyn, tak że mogły one zacząć konkurować z innymi silnikami.

Sprawność turbiny gazowej.

Drogowskazem przy rozważaniu pracy silników cieplnych jest ich sprawność, tj. stosunek mocy efektywnie uzyskanej, wyrażonej w kaloriach, do ilości kalorii zużytych w postaci paliwa. Obieg

Carnota znany ogólnie z termodynamiki pozwala najlepiej przedstawić, od czego zależy sprawność silników cieplnych.



Rys. 1. Obieg *Carnota*

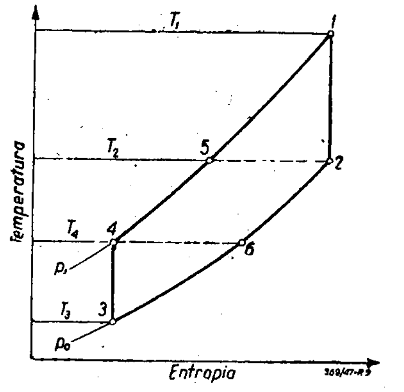
Rys. 1 przedstawia obieg *Carnota* na wykresie entropowym. Gaz, którego stan jest wyznaczony punktem 3, zostaje rozprężony izotermicznie przy temperaturze T_1, przy czym utrzymanie tej temperatury jest możliwe, dzięki doprowadzeniu całej ilości ciepła Q_1, jaka jest potrzebna dla wykonania procesu. Od punktu 4 następuje przerwanie dopływu ciepła i gaz rozpręża się do punktu 1 adiabatycznie, tj. bez doprowadzenia i odprowadzenia ciepła. W tym punkcie zaczyna się sprężanie gazu izotermicznie, a więc z odprowadzeniem ilości ciepła Q_2 do punktu 2, w którym kończy się odprowadzanie ciepła i dalsze sprężanie postępuje adiabatycznie. Gaz wraca w ten sposób do pierwotnego stanu w punkcie 3. Prostokąt wyznaczony 4 punktami 1, 2, 3 i 4 przedstawia ilość ciepła równoważną wykonanej pracy. Praca wykonana w obiegu *Carnota* jest największą, jaką możemy uzyskać w danych warunkach i sprawność tego określa wzór:

$$\eta_c = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

Jak z wzoru tego widać, sprawność obiegu będzie tym większa, im wyższa będzie temperatura początkowa T_1 i im niższa będzie temperatura końcowa T_2. Ciepło powinno być doprowadzane przy możliwie wysokiej temperaturze, a odprowadzane przy możliwie niskiej. W rzeczywistości obieg *Carnota* jest trudny do wykonania.

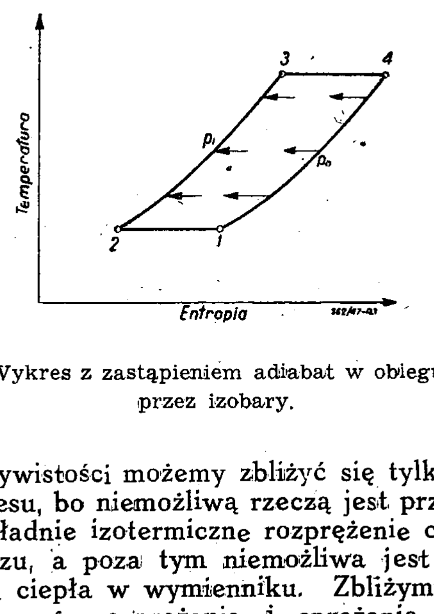
Pracę turbiny gazowej ze spalaniem przy stałym ciśnieniu w jej najprostszym układzie przedstawia w sposób przybliżony rys. 2.

Dla uproszczenia przyjmujemy, że powietrze jest sprężane od ciśnienia atmosferycznego p_0 do ciśnienia końcowego p_1 adiabetycznie (3, 4), następnie jest podgrzewane w palniku przy stałym ciśnieniu p_1 od temperatury końcowej sprężania T_4 do temperatury T_1 (4, 1). Gaz rozpręża się następnie w turbinie do ciśnienia otoczenia p_0 i wypływa z turbiny z temperaturą T_2 (1, 2). Proces ten odbiega dość znacznie od obiegu Carnota i sprawność jego jest mała. Możemy ją poprawić, używając ciepła zawartego w gazie wylotowym, o temperaturze T_2, do podgrzania powietrza sprężonego idącego z temperaturą T_4 do komory spalinowej. Teoretycznie możnaby powietrze podgrzać w ten sposób od temperatury T_4 do temperautry T_2 (4, 5), a gaz wylotowy ochłodzić od temperatury T_2 do temperatury T_4 (2, 6). Dzięki temu zmniejsza się ilość paliwa potrzebnego do osiągnięcia temperatury T_1.



Rys. 2. Wykres pracy pojedyńczej turbiny gazowej.

Najłatwiej zbliżyć się do obiegu *Carnota*, stosując zamiast adiabat, linie stałego ciśnienia — izobary. Otrzymamy więc (rys. 3) rozprężenie gazu izotermiczne 3 — 4, zaś wzdłuż linii stałego ciśnienia (izobary) 4 — 1 całe ciepło gazów, zawarte w punkcie 4 jest odbierane i oddawane powietrzu, które zassane przez sprężarkę w punkcie 1, jest izotermicznie sprężane do punktu 2 i dalej w wymienniku ciepła podgrzewane do punktu 3.

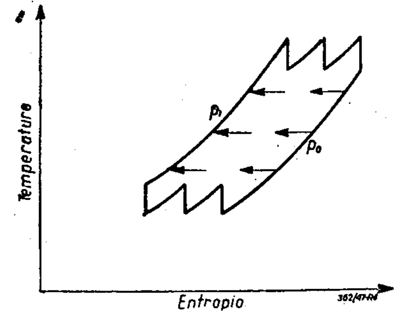


Rys. 3. Wykres z zastąpieniem adiabat w obiegu *Carnota* przez izobary.

W rzeczywistości możemy zbliżyć się tylko do tego wykresu, bo niemożliwą rzeczą jest przeprowadzić dokładnie izotermiczne rozprężenie czy sprężanie gazu, a poza tym niemożliwa jest zupełna wymiana ciepła w wymienniku. Zbliżymy się do izotermicznego rozprężania i sprężania stosując wielostopniowe turbiny z podgrzewaniem gazu między poszczególnymi stopniami oraz wielostopniowe sprężanie, chłodząc powietrze pomiędzy poszczególnymi stopniami (rys. 4).

Poza tym możliwie wysoka temperatura początkowa gazu przed turbiną i możliwie dobra wymiana ciepła między gazem wylotowym i powietrzem, idącym do komory spalinowej, mogą zwiększyć sprawność zespołu. Oczywiście miarodajną dla oceny maszyny jest jej całkowita sprawność, uwzględniająca poza stopniem wyzyskania ciepła i wszystkie inne straty energii w maszynie.

W stosowaniu wysokiej temperatury początkowej gazu przed turbiną jesteśmy ograniczeni wytrzymałością i odpornością na korozję materiałów będących do dyspozycji. Postępy w produkcji sta-



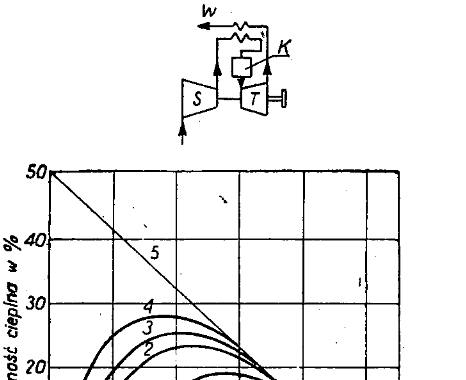
Rys. 4. Wykres przedstawiający wielostopniowe rozprężanie gazu w turbinie i wielostopniowe sprężanie powietrza w sprężarce.

li ogniotrwałych pozwalają na osiąganie temperatur 700° C i wyżej. Wchodzą tu w grę różne odmiany stali chromowoniklowych ognioodpornych, z dodatkami tytanu, molibdenu, miedzi itp. [1]).

Mond Nikel Company produkuje od r. 1940 stal niklową *Nimonic* 80, stosowaną z dobrymi wynikami w angielskich turbinach gazowych samolotów odrzutowych. Największą trudność stanowi przy wysokich temperaturach pełzanie materiału, tj. stałe powolne jego wyciąganie się, co może wywołać w końcu poważne odkształcenie i osłabienie części turbiny. Amerykańska firma *Elliot* podaje w opisie turbiny gazowej, zbudowanej dla marynarki amerykańskiej, że przy wyborze materiałów i wymiarów części turbiny wzięto, jeśli chodzi o pełzanie materiału, okres 10-letni, jako czas trwania maszyny. Sfery amerykańskie liczą się z tym, że w związku z postępami w wytwarzaniu stali ogniotrwałych będzie można zwiększyć temperaturę gazów do 750° C. Przy turbinach gazowych stosowanych w samolotach bierze się pod uwagę krótki czas trwania silnika, co pozwala na podwyższenie temperatury wlotowej gazów. Najbardziej narażone na wysokie temperatury są łopatki turbiny. Można wykonywać je ewentualnie chłodzone, co między innymi próbowali zastosować Niemcy w swych samolotach odrzutowych.

Ważną rolę w postępach budowy turbin gazowych odgrywa znaczne poprawienie wewnętrznej sprawności samej turbiny z jednej strony, a turbosprężarki z drugiej. Wszystkie ulepszenia w budowie turbin parowych dadzą się i tu zastosować, dzięki czemu wewnętrzna sprawność samej turbiny może osiągać 90%. Zastosowanie turbosprężarek osiowych o profilu łopatek przypominających profil skrzydła samolotu, pozwoliło na znaczną poprawę sprawności, w porównaniu z turbosprężarką, w której przepływ powietrza odbywa się w kierunku promieniowym.

Jak stwierdził *prof. Stodola* w r. 1940 można było dzięki zastosowaniu tego typu turbosprężarki, podwyższyć sprawność zespołu turbiny o 65%. Od tego czasu sprawność tych sprężarek została polepszona. Posiadają one sprawność adiabatyczną 85% i więcej. Oprócz turbosprężarek osiowych są stosowane też sprężarki konstrukcji *Lysholma*, inżyniera firmy *Ljungstrom* w Szwecji, zbudowane w formie dwóch walców równoległych, posiadających śrubowe wycięcia, zazębiające się. Wszystkie wyżej wymienione czynniki wpływają na to, że sprawność turbiny gazowej staje się coraz to większa.



Rys. 5. Sprawność cieplna turbiny gazowej pojedyńczej w zależności od stopnia sprężania sprężarki i powierzchni wymiennika ciepła przy temperaturze gazów przed turbiną 600°C.

S — sprężarka, *W* — wymiennik ciepła, *K* — komora spalania, *T* — turbina,

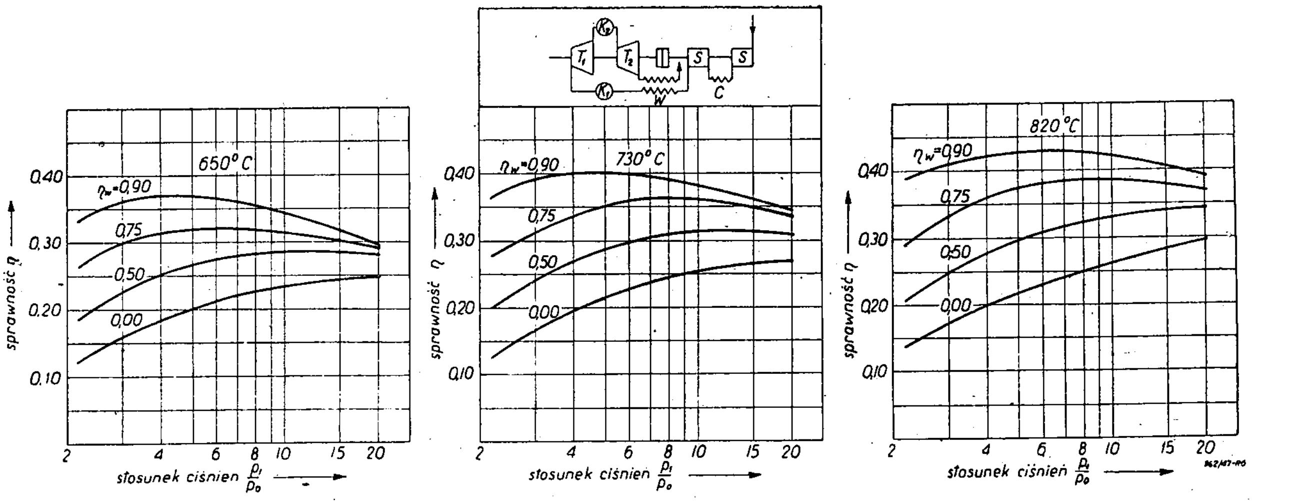
krzywa 1 — bez wymiennika ciepła
,, 2 z wymienikiem ciepła o pow. 500 m²/1000 kW
,, 3 ,, ,, ,, 1000 m² ,,
,, 4 ,, ,, ,, 2000 m² ,,
,, 5 ,, ,, ,, nieskończenie wielkiej

Rys. 5 przedstawia całkowitą sprawność pojedyńczej turbiny w zależności od wielkości powierzchni wymiennika ciepła.

Na rys. 6 [2]) pokazane są całkowite sprawności turbiny gazowej dla temperatur 650°, 730° i 820° C przy systemie dwustopniowej turbiny t. j. z podziałem turbiny na osobne części: wysokoprężną i niskoprężną z podgrzewaniem gazu między obu stopniami i z dwustopniową sprężarką powietrzną z chłodzeniem międzystopniowym, dla różnych stopni wyzyskania ciepła w wymienniku ciepła (oznaczonych η_w). Z wykresów widać, jak dużą rolę odgrywa dobre wyzyskanie ciepła w wymienniku. Wykresy te dowodzą poza tym, że turbina gazowa może osiągnąć sprawność turbin parowych, a nawet ją przewyższać i może mieć ją niewiele niższą od sprawności silników Diesla.

[1]) Patrz artykuł: *Dr T. A. Taylor:* Tworzywa turbin gazowych. Przegląd techniczny r. 1947 nr 7—8, str. 137.

[2]) *Smith, Soderberg,* Engineering and Boiler House Review 1944, str. 196.



Rys. 6. Sprawność pracy turbiny gazowej z podgrzewaniem międzystopniowym i chłodzeniem powietrza między dwoma stopniami sprężarki dla różnych temperatur początkowych i różnego stopnia wymiany ciepła. — η_w.

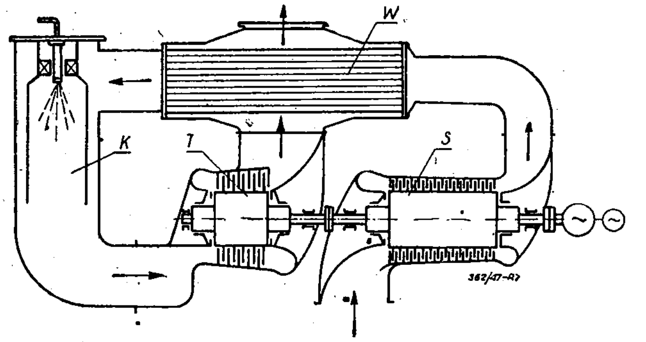
Układy zespołów turbinowych.

Zasadniczo możemy rozróżnić dwa typy zespołów turbinowych:

1) z obiegiem otwartym,

2) „ „ zamkniętym.

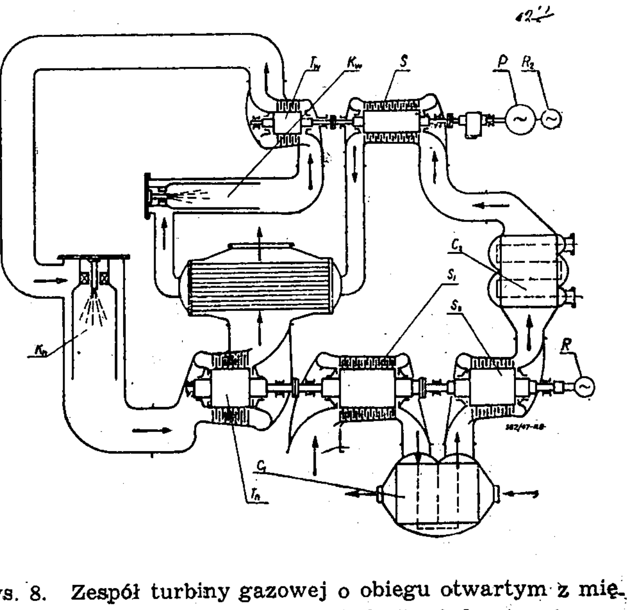
W pierwszym wypadku powietrze jest zasycane przez sprężarkę S z zewnątrz (rys. 7). Jest ono sprężane do ciśnienia 3 do 8 atn, następnie podgrzewane w wypadku istnienia wymiennika ciepła W, do temperatury około 350° C ciepłem gazów



Rys. 7. Zespół turbiny gazowej pojedyńczej o obiegu otwartym *Brown Boveri*

wylotowych i tłoczone do komory spalania, w której część powietrza wchodzi do wnętrza komory i służy do spalania paliwa, doprowadzonego przez palnik. Ze względu na to, że gazy wchodzące do turbiny nie mogą mieć temperatury wyższej niż 600—700° C, nadmiar powietrza jest bardzo duży i sięga do 8. Gdyby całą tę ilość powietrza zmieszać z paliwem, temperatura gazów, w chwili spalania, byłaby zbyt niska, co powodowałoby złe spalanie. Dlatego używa się do właściwego spalania tylko części powietrza, a resztę mięsza się z gazami spalinowymi po wyjściu z komory spalania. Gazy gorące wykonują pracę w turbinie T i przez wymiennik ciepła W, gdzie oddają ciepło powietrzu idącemu do palnika, uchodzą na zewnątrz.

Celem zwiększenia sprawności procesu, przez zbliżenie przebiegu sprężania powietrza w sprężarce i rozprężania gazów w turbinie do przebiegu izotermicznego, dzielimy (rys. 8) sprężarkę na 2 lub 3 części S_1, S_2, S_3 stosując chłodzenie C_1 i C_2 między poszczególnymi częściami. Turbinę dzieli się również na poszczególne części — wysokoprężną T_w i niskoprężną T, umieszczając między nimi

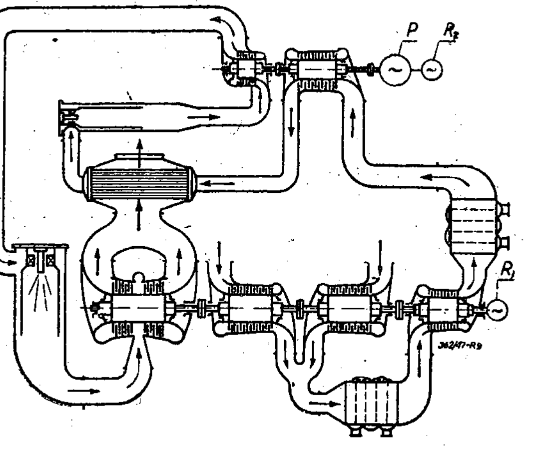


Rys. 8. Zespół turbiny gazowej o obiegu otwartym z międzystopniowym podgrzewaniem gazów i międzystopniowym chłodzeniem powietrza *(Brown Boveri)*.

podgrzewanie w komorze spalania K_n. Spalanie przed turbiną wysokociśnieniową odbywa się w komorze K_n. Podwyższa to oczywiście wstępne koszty zakładowe urządzenia, ale poprawia za to jego sprawność.

W przedstawionym na rys. 8 układzie *Brown Boveri* turbina wysokoprężna napędza sprężarkę wysokiego ciśnienia S_3 i prądnicę, zaś turbina niskoprężna sprężarki nisko i średniociśnieniowej (S_1 i S_2). By przy częściowym obciążeniu uzyskać możliwie dobrą sprawność, należy utrzymywać wyso-

ką temperaturę gazów, wchodzących do turbiny, a wielkość mocy regulować ilością powietrza, co da się uzyskać zmienną ilością obrotów turbiny niskoprężnej, napędzającej sprężarkę niskociśnieniową. W tych instalacjach, gdzie chodzi o niskie koszty zakładowe, prądnica może być sprzężona z turbiną niskoprężną dla uniknięcia przekładni zębatej, gdyż turbina niskoprężna posiada zwykle niższe obroty niż wysokoprężna. Turbiny gazowe, budowane przez firmę *Elliot* dla marynarki amerykańskiej napędzają śrubę okrętową i sprężarkę wysokiego ciśnienia za pomocą turbiny niskiego ciśnienia, zaś regulowana zmiennym dopływem paliwa, turbina wysokiego ciśnienia napędza sprężarkę niskiego ciśnienia. Wykonująca główną pracę turbina niskiego ciśnienia może pracować zawsze przy pełnej temperaturze.



Rys. 9. Schemat zespołu turbiny gazowej o mocy 27.000 kW *Brown Boveri*, *P* — prądnica R_1 i R_2 — silniki rozruchowe.

Obniżenie kosztu zakładowego można osiągnąć przez budowę turbin bez wymiennika ciepła, zadowalając się sprawnością ok. 18% przy temperaturze gazów wlotowych ok. 550° C, jak np. w instalacji o mocy 4000 kW, zbudowanej przez firmę *Brown Boveri* dla siłowni w Neuchatel w Szwajcarii, znajdującej się w schronie przeciwlotniczym, gdzie chodziło o jak najtańsze urządzenie, gdyż turbina miała być tylko rzadko w ruchu [3].

Wobec tego, że turbina musi napędzać sprężarkę powietrza, jej moc rzeczywista jest kilka razy większa, niż oddawana efektywnie na sprzęgle. Rzeczywista moc samej turbiny w Neuchatel wynosi ok. 15.000 kW, zaś moc potrzebna do napędu sprężarki — 11.000 kW. Różnicę tych mocy stanowi właśnie użyteczna moc —4000 kW. Mimo tego, turbiny te są niesłychanie małe i zajmują bardzo niewiele miejsca.

Opis tych turbin trzeba jeszcze uzupełnić tym, że do ich rozruchu potrzebny jest mały silnik elektryczny lub Diesla o mocy wynoszącej ok. 5% mocy turbiny. Największa turbina gazowa o obiegu otwartym o mocy użytecznej 27.000 kW (rys. 9) jest budowana obecnie przez f-mę *Brown Bovert* jako uzupełnienie zakładów wodnych w Szwajcarii, nieczynnych w zimie. Przy temperaturze początkowej gazów przed turbiną ok. 600° C i dzięki niskiej temperaturze otoczenia w zimie, sprawność turbiny wyniesie 34%.

[3]) *Stodola*: Leistungsversuche an einer Verbrennungsturbine. Z. d. V. D. I. r. 1940, str. 17.

Turbiny gazowe o biegu zamkniętym.

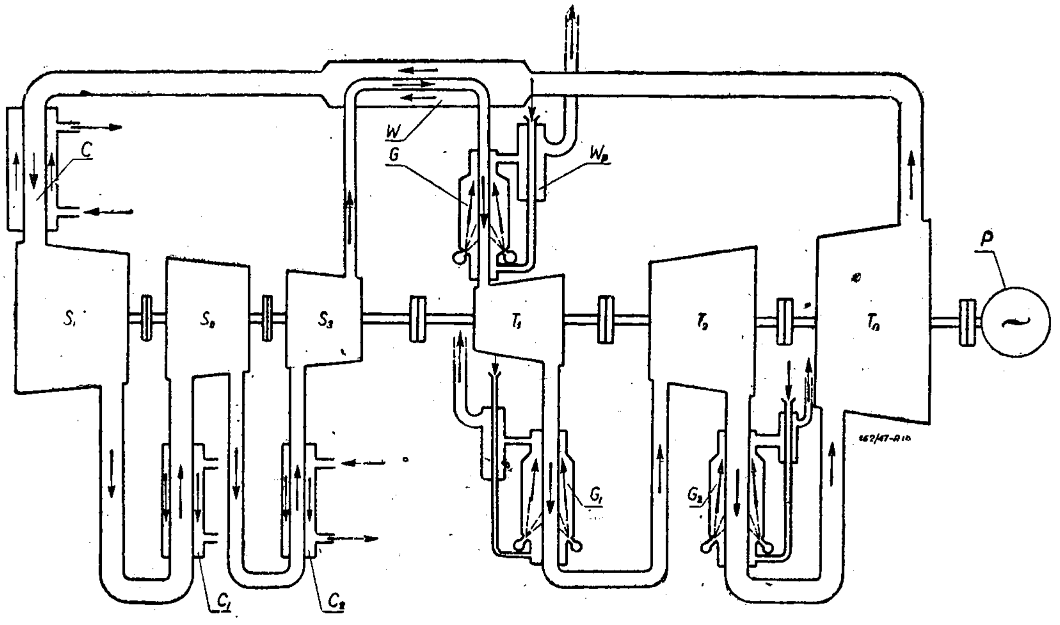
Obieg zamknięty został opracowany przez *Prof. Ackereta i Dr Kellera* z firmy *Escher Wyss* w Szwajcarii [4]). Cechą jego jest to, że jako medium pracującego używa się powietrza lub innego gazu, krążącego w zamkniętym obiegu. Ciepło jest dostarczane pośrednio z zewnątrz, dzięki czemu maszyny nie są zanieczyszczone i można stosować gorsze paliwa. W ogólności proces ten jest podobny do obiegu otwartego, z tą różnicą (rys. 10), że powietrze wychodzące z wymiennika ciepła *W* musi być chłodzone w chłodnicy wstępnej *C* do możliwie niskiej temperatury przed 1-ym stopniem sprężarki S_1.

Między poszczególnymi stopniami sprężarek (S_1, S_2, S_3) są wbudowane chłodnice powietrza C_1 i C_2. Powietrze jest po sprężaniu podgrzewane w wymienniku ciepła *W* gorącym powietrzem, wychodzącym z turbiny niskoprężnej T_n. Następnie powietrze to jest podgrzewane pośrednio palnikiem w podgrzewaczu *G*, jak i między poszczególnymi częściami turbiny w podgrzewaczach G_1 i G_2. Wobec tego, że ciepło jest doprowadzane przy wysokich temperaturach, gazy spalinowe podgrzewające odpływają z wysoką temperaturą co wymaga dalszego urządzenia do wyzyskania ciepła tych gazów, a mianowicie podgrzewamy nimi powietrze idące do palnika do spalania W_p. Turbina napędza prądnicę *P*.

Dzięki obiegowi zamkniętemu możemy pracować ciśnieniami dowolnymi, co zmniejsza wymiary maszyny i wymienników ciepła, zato mamy ich o wiele więcej, niż przy obiegu otwartym. Wydajność takiej instalacji reguluje się gęstością krążącego powietrza przez zmianę jego ciśnienia przy zachowaniu tych samych temperatur, co ułatwia nam zachowanie dobrej sprawności maszyny również przy niskim obciążeniu. Obieg zamknięty umożliwia stosowanie innych gazów, jak np. hel.

Zespół turbiny gazowej o obiegu zamkniętym, o mocy 2000 kW został uruchomiony w r. 1939 w Zurichu. Powietrze spręża się do 24 atn. i podgrzewa do temperatury 700° C. Powietrze opuszcza turbinę z temperaturą 400° C i ciśnieniem 6 atn.; 60% mocy turbiny zużywa sprężarka 40% prądnica. Poza wymiennikiem ciepła temperatura powietrza wynosi ok. 100° C. Sprawność instalacji wynosi przy pełnym obciążeniu 31,6%, zaś przy 1,5 normalnego obciążenia 24,5%. Wadą tej metody jest stosunkowo duży koszt wymienników ciepła, a przede wszystkim pośredniego podgrzewacza powietrza przed turbiną, wymiarami nie różniącego się od nowoczesnego kotła dla pary wysokociśnieniowej. Przy większych urządzeniach jest przewidziane ciśnienie powietrza przed turbiną 60 atn, przeciwciśnienie 6 atn. Konstruktorzy tej maszyny podkreślają specjalne znaczenie jej przy ewentual-

[4]) Firma *Escher Wyss*: Fortschritt durch Forschung r. 1946, str. 133.



Rys. 10. Zespół turbiny gazowej o obiegu zamkniętym *(Escher Wyss)*.

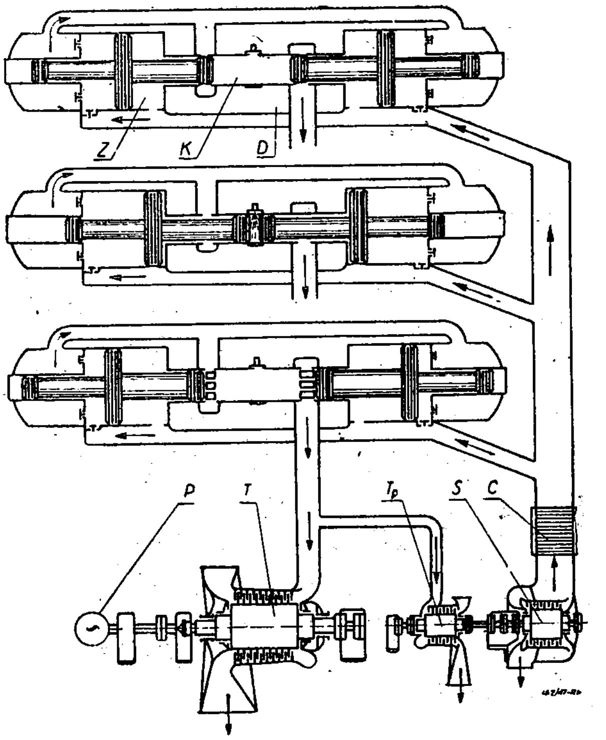
nym zastosowaniu energii atomowej do podgrzewania, szczególnie przy użyciu helu, jako gazu krążącego w obiegu, gdyż hel jest gazem nie mającym wpływu na reakcje jądrowe i działającym, jako moderator dla neutronów.

Połączenie silnika spalinowego tłokowego z turbiną gazową.

Niemożność stosowania wysokich temperatur w turbinach gazowych, a oprócz tego konieczność dążenia do polepszenia sprawności sprężania powietrza, skierowały myśl konstruktorów ku temu, by jako wytwornicę gazu stosować cylinder silnika spalinowego, używając mocy w nim wytwarzanej do napędu sprężarki tłokowej. Nadają się do tego specjalnie bezkorbowe silniki z tłokami przeciwbieżnymi, połączonymi z tłokami sprężarki powietrza. Mieszanka gazów i powietrza płynie z cylindrów silnika tłokowego z niższą już temperaturą do turbiny gazowej, napędzającej np. prądnicę. Zespoły tego typu były budowane przez firmę *Gotaverken* w Göteborgu i przez konstruktora *Pescarę*, a ostatnio zostały rozwinięte przez firmę *Sulzer* w Szwajcarii. Rys. 11 przedstawia układ 3 cylindrowego silnika Diesla tej firmy, połączonego z turbiną gazową. Mniejsze turbina po prawej stronie służy do napędu sprężarki doładowującej cylindry sprężarek tłokowych. Zespół firmy *Sulzer* daje sprawność całkowitą 40%, a więc największą jaką uzyskano w zespole turbinowym.

Możliwości podwyższenia temperatury początkowej gazów przed turbiną.

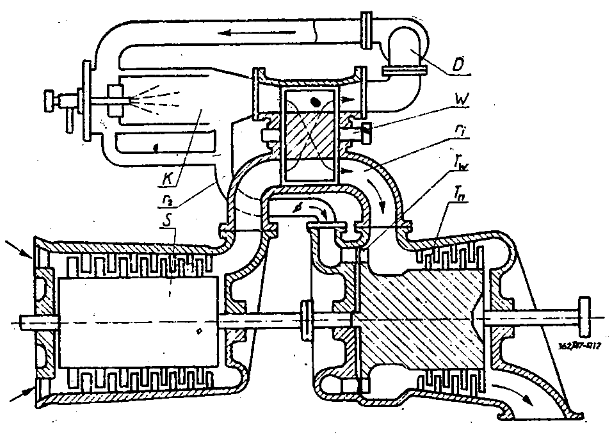
Jak już z poprzednich rozważań wiadomo, temperatura początkowa gazów przed turbiną od której zależy w dużym stopniu sprawność turbiny, jest ograniczona wytrzymałością materiału. Temperatury występujące w silniku tłokowym Diesla są o wiele wyższe, ale trwają tylko chwilę, a bezpośrednio potem ściany cylindra i tłok stykają się ze znacznie zimniejszymi gazami, dzięki czemu silnik może znieść te temperatury. Wynalazek dokonany w r. 1940 przez *Clauda Seippela*, inżyniera firmy *Brown Boveri*, nazwany „*Komprex*" idzie w po-



Rys. 11. Zespół silnika Diesla i turbiny gazowej *(Sulzer)* S — sprężarka odśrodkowa, C — chłodnica, D — Silnik Diesla, Z — cylindry sprężarki silnika Diesla, K — komora spalania, T — turbina gazowa główna, P — prądnica, T_p — turbina gazowa.

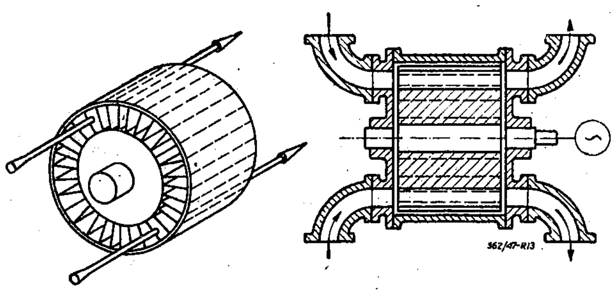
dobnym kierunku i umożliwia stosowanie temperatury początkowej do około 1100° C [5]).

Schemat zespołu z zastosowaniem *Komprexa* pokazany jest na rys. 12. Powietrze sprężane w sprężarce *S* przechodzi do obracającego wirnika



Rys. 12. Zespół turbiny gazowej z *Komprexem*.

W, zaopatrzonego na obwodzie w szereg komór równoległych do wału (rys. 13). W wirniku *Komprexa* odbywa się dalsze sprężanie powietrza i to w dwóch fazach. Powietrze wpływając od lewej strony u dołu z dużą szybkością do komory, zostaje z powodu wielkiej szybkości wirnika — 6000 obrotów na minutę — natychmiast zamknięte z obu



Rys. 13. Widok i przekrój wirnika *Komprexa*.

stron ścianami bocznymi. Wskutek nagłego zahamowania przepływu powietrze zostaje spiętrzone od strony prawej. Gdy komora znajdzie się w górnym położeniu, łączy się ona z prawej strony z rurą prowadzącą powietrze do dmuchawy *D*, a następnie do komory spalinowej *K*, w której panuje większe ciśnienie niż w komorze wirnika. Gazy, płynące z komory spalania, otrzymując połączenie przez otwór z lewej strony z najwyższą komorą, i mając większe ciśnienie, niż powietrze w niej zawarte, sprężają je, działając jak tłok. Otwór górny z prawej strony otwiera się i zamyka później, niż otwór z lewej strony. Powietrze więc znajdujące się w górnej komorze zostaje sprężone najpierw tłokiem gazowym do jego ciśnienia, a następnie z chwilą otwarcia prawego górnego otworu wytłoczone do rurociągu, prowadzącego do dmuchawy.

[5]) *Dr A. Meyer:* Recent Developments in Gasturbines. Mech. Eng. kwiec. 1947, New York.

Ponieważ lewy górny otwór zamyka się wcześniej niż prawy, gaz który się dostał do górnej komory wytłaczając powietrze rozpręża się, aż do chwili zamknięcia i prawego otworu. Teraz gaz zamknięty w górnej komorze wędruje wraz z nią do dolnego położenia, w którym następuje najpierw otwarcie prawego otworu łączącego *Komprex* z częścią niskoprężną turbiny gazowej T_n, przez przewód r_1. Gaz rozpręża się w komorze, zmniejszając ciśnienie w niej, aż do chwili otwarcia lewego otworu, przez który wlatuje nowy tłok powietrzny ze sprężarki powietrza. Ponieważ objętość gazów spalinowych jest większa niż powietrza płynącego przez *Komprex*, część ich jest przepuszczana bezpośrednio z komory spalania przewodem r_2 do wysokoprężnego wirnika turbiny T_w. Rola *Komprexa* polega na sprężaniu powietrza bezpośrednio przy pomocy gazu, który wykonuje część tej znacznej pracy, odgrywającej dużą rolę w zespole turbinowym. Dzięki temu jednak, że komory *Komprexa* stykają się naprzemian raz z powietrzem o średniej temperaturze ok. 260° C i z gazami spalinowymi o temperaturze ok. 850° C, — średniej między temperaturą gazów ok. 1100° C przed *Komprexem* i ok. 600° C poza nim, średnia temperatura obu procesów, które naprzemian odbywają się w wirniku *Komprexa* wynosi ok. 550° C.

W wyniku prób, poczynionych w firmie *Brown Boveri* postanowiono w Szwajcarii użyć *Komprex*, jako drugi stopień sprężarki do próbnej lokomotywy, napędzanej turbiną gazową o mocy 2200 KM. Oczekuje się wzrostu mocy o 80%, z 2200 KM na 4000 KM i wzrostu sprawności o około 25%, z 18% na 22,5%.

Możliwości stosowania pyłu węglowego do napędu turbiny gazowej.

Sama sprawność cieplna nie może mieć decydującego wpływu na wybór rodzaju silnika — odgrywa jeszcze rolę koszt paliwa oraz łatwość jego otrzymania, magazynowania i transportowania. O ile silnik Diesla posiada najwyższą sprawność cieplną, to jednak należy wziąć pod uwagę, że olej używany do palenisk a więc dający się zastosować i w turbinie gazowej, jest o wiele tańszy od oleju Dieslowego, bo cena jego np. w Ameryce wynosi ok. 45% ceny oleju Dieslowego, w odniesieniu do wartości opałowej. Cena tej samej ilości kalorii, zawartej w węglu wynosi tam ok. 33% ceny kalorii zawartych w oleju Dieslowym.

W następstwie tego na ogół wielkie siłownie używają węgla, jako paliwa, choć w bardzo wielu wypadkach stosuje się silniki Diesla ze względu na mniejszy koszt zakładowy, mniejszą ilość potrzebnego miejsca, mniejszą obsługę, łatwość i szybkość uruchomienia.

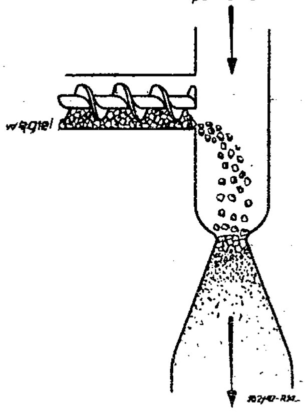
Łatwo jest jednak zrozumieć, że turbina gazowa prostsza w budowie i obsłudze od silnika Diesla, o sprawności przekraczającej 30%, a mogąca zużywać tańsze paliwo, stanowi dla Diesla poważną konkurencję. Znalazło to swój wyraz w zastosowaniu w czasie wojny i po wojnie turbin gazowych do napędu okrętów w Ameryce i w Anglii, i lokomotyw w Szwajcarii.

Nasuwa się tu jednak myśl bezpośredniego zastosowania pyłu węglowego do napędu turbin gazowych. Próby zastosowania go do napędu silników tłokowych robione dawniej nie dały dobrych rezultatów z powodu niszczenia ścian cylindrów przez drobne cząstki popiołu. Już przed wojną były robione studia i próby przez firmę *Brown Boveri* w Szwajcarii nad zastosowaniem pyłu węglowego do napędu turbin gazowych, nic jednak dotąd nie wiadomo o wynikach tych prób.

Nad sprawą tą zaczął się zastanawiać komitet dla rozwoju lokomotywy, utworzony w r. 1944 w Stanach Zjednoczonych przez większość tamtejszych towarzystw kolejowych pod dyrekcją inż. *Yellota* [6]).

Niska sprawność lokomotywy, wynosząca 8 — 10% zmusza inżynierów do szukania nowych dróg rozwiązywania tego problemu. Zastosowanie turbin parowych i kondensacji pary zwiększa sprawność, ale powoduje różne komplikacje. Olbrzymi postęp, jaki się dokonał w ostatnich dziesięciu latach w konstrukcji turbin gazowych zwrócił uwagę tego komitetu na wielkie możliwości zastosowania turbiny gazowej do napędu lokomotyw, tym bardziej, że w Szwajcarii takie próby były już robione. Problem ten zaczęto rozważać bardzo wszechstronnie. Zajęto się również sprawą paliwa, jakie możnaby tu najracjonalniej zastosować. Trudno przypuścić, by można było w najbliższym już czasie zacząć stosować energię atomową, gdyż nie posiadamy na razie żadnego rozwiązania, umożliwiającego jej praktyczne zastosowanie. Nikt też jeszcze nie podał dobrego rozwiązania, jak uniknąć grubych i ciężkich osłon, które musiałyby chronić personel obsługujący przed działaniem szkodliwego promieniowania.

Zapasy paliwa płynnego i gazowego są oceniane w Stanach Zjednoczonych na 15 do 30 lat, podczas gdy rezerwy węgla są praktycznie nieograniczone. Postanowiono dlatego zwrócić uwagę przede wszystkim na to najtańsze i najobficiej stojące do dyspozycji paliwo. Jak wiadomo można węgiel zamieniać na gaz w generatorach. Wożenie jednak takiego generatora na lokomotywie nie jest proste i nie ulega wątpliwości, że gazowanie węgla jest droższe, niż spalanie go wprost. Postanowiono rozdrobnić węgiel na pył, spalać go, oddzielić cząstki popiołu i energię gazów zużytkować w turbinie gazowej. Rozwiązanie pozornie proste, ale ile trudności ono nasuwa. Faktem jest jednak, że od grudnia 1945 r. w laboratorium maszynowym uniwersytetu *Johna Hopkinsa* w Baltimore jest w ruchu turbina gazowa napędzana pyłem węglowym. Węgiel ze zbiornika doprowadza się do wstępnego młyna, gdzie jest rozdrabniany na cząstki o średnicy ok. 1 — 2,5 mm i transportowany powietrzem do dwóch zbiorników, z których jeden naprzemian jest napełniany, a drugi wypróżniany, przy czym w czasie wypróżniania jest on łączony z rurociągiem powietrznym o ciśnieniu do 10 at. Odpowiednie urządzenie zasilające wsypuje miał węglowy do strugi powietrza ściśnionego, które transportuje go do rozpylacza w formie dyszy (rys. 14), w której następuje nagłe rozprężenie powietrza. Powietrze zawarte w szczelinach cząstek węgla, rozprężając się w dyszy, powoduje rozlatywanie się cząstek węgla, przypominające eksplozję, i rozdrabnia te cząstki na drobny pył którego 80—90% ma wielkość mniejszą od 0,05 mm a 5% mniej niż 0,15 mm. To rozdrabnianie węgla zużywa ok. 2% mocy wyprodukowanej. Pył jest dodawany do powietrza idącego z turbosprężarki i spalany w komorze palnikowej. Następuje teraz oddzielanie cząstek popiołu z gazu. Wykorzystano tu doświadczenia wojenne. W czasie walk w Libii silniki samochodów, czołgów i samolotów były niszczone przez drobne cząstki piasku, unoszące się w powietrzu.



Rys. 14. Rozpylacz cząstek węgla.

Specjalnie utworzona do tego celu firma *Aerotec Company* stworzyła oddzielacz pyłu, o konstrukcji opartej na zasadzie cyklonu. Powietrze jest wprowadzane z wielką szybkością i obracane dookoła rury. Siła odśrodkowa odrzuca cząstki na ścianę zewnętrznej rury, po której spadają na dół — skąd są usuwane nazewnątrz. Oddzielacze te usuwają ok. 95% cząstek. Pozostałą resztę, jak twierdzi *inż. Yellot*, możnaby komuś wsypać do oka i ten nawet nie zauważyłby tego. Gazy wylotowe są czystsze, niż powietrze zasysane przez sprężarkę. By nie komplikować napędu lokomotywy, *Yellot* projektuje turbinę pojedyńczą bez podgrzewania międzystopniowego i sprężarkę bez chłodzenia międzystopniowego a wymiennik ciepła, umożliwiający wykorzystanie ciepła w 50%. Da to w sumie sprawność instalacji 24%, a więc kilkakrotnie lepszą, niż lokomotywy parowej. W tym roku mają być dostarczone przez fabryki *Allis Chalmers i Elliot Companies*, dwie turbiny gazowe napędzane pyłem węglowym, każda po 3750 KM do napędu dwóch próbnych lokomotyw. Turbiny gazowe będą napędzać lokomotywy przy pomocy przekładni elektrycznej tj. prądnicy i silnika (jak lokomotywy Dieslowe), jednak opracowuje się mechaniczny sposób przenoszenia siły.

Zastosowanie turbiny gazowej w lotnictwie.

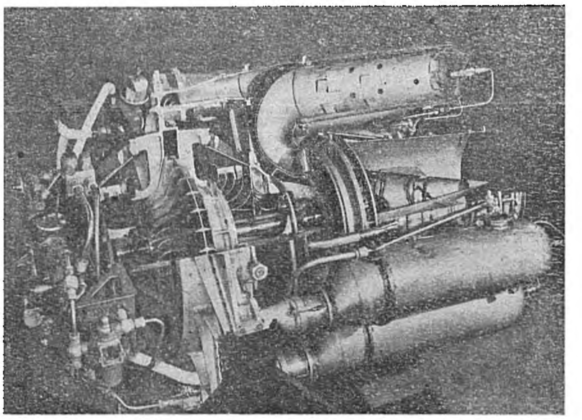
Trudno jest mówić o turbinach gazowych nie wspomniawszy o zastosowaniu ich na wielką skalę w samolotach odrzutowych, gdzie są używane do napędu sprężarki obrotowej, dostarczającej powie-

[6]) *Yellot, Kottcamp:* The coalfired Gas Turbine Locomotive, 1946.

trza ściśnionego do spalania paliwa. Część energii kinetycznej gazów spalinowych służy do napędu turbiny, reszta do napędu samolotu siłą reakcji wydmuchiwanych gazów.

Stosowane są również układy w których turbina gazowa napędza nietylko sprężarkę, ale również i śmigło, oczywiście za pośrednictwem przekładni redukującej. Samolot w tym wypadku napędzany jest ciągiem śmigła oraz odrzutem wydmuchiwanych gazów.

Turbina gazowa daje tu wielkie korzyści specjalnie przy samolotach szybkich, latających z szybkością ponad 800 km/godz, łącząc prostotę konstrukcji z małą wagą. Jest to zresztą problem, który poza aspektem energetycznym, jest zależny od innych względów, związanych ściśle z lotnictwem.



Rys. 15. Model w przekroju lotniczej turbiny gazowej konstrukcji *Whittle'a*.

Zakończenie.

Rozważając postęp dokonany w ostatnim czasie w dziedzinie budowy turbiny gazowej trzeba stwierdzić, że osiągnęła ona ten stopień, że może konkurować z innymi silnikami, szczególnie dzięki swej prostocie, łatwości obsługi i małej ilości miejsca, jakiej wymaga. Osiągając sprawność cieplną taką samą, a nawet lepszą, niż turbiny parowe nie nastręcza instalacja oparta na turbinie gazowej, wszystkich trudności, związanych z użyciem wody i całą wielką aparaturą do tego potrzebną. Należy oczekiwać, że planowana u nas w kraju produkcja turbin parowych obejmie i turbiny gazowe.

Moment

prof. dr inż. W BURZYŃSKI

Termin „moment" jest w nauce mechaniki nadużywany. Stosowany bywa do różnych, między sobą nic wspólnego nie mających wielkości. Jest koniecznie potrzebne przeprowadzić rewizję tego stanu rzeczy, zainteresować nią nie tylko mechaników i w rezultacie wprowadzić nowe celowe oznaczenia. Ze swej strony dla wielkości charakteryzujących ukształtowanie proponuję w miejsce „momentu skalarowego, momentu bezwładności i momentu zboczenia" nazwy "średnik, kształtnik, bocznik". „Moment oporu" będący wyrazem udźwigu otrzymać może nazwę „nośnika". „Moment wektora" określający nic innego jak położenie nazwano „miejscownikiem". Sumę miejscowników dla zbioru wektorów nazwano „ogólnym wspólnikiem". Pozostawiono bez zmiany termin „moment" dla wszystkich tych wielkości, które oznaczają fizyczne działanie lub są wyrazem tego działania.

Jestem pozbawiony swej biblioteki prywatnej, katedralnej i uczelnianej. Wątpliwe zresztą jest czy nawet posiadając je potrafiłbym wiernie przedstawić historię momentu. Pozatem prawdopodobnie bez szczególnego znaczenia byłoby rozstrzygać czy np. *Euler* był tym, który po raz pierwszy — przy sposobności badania wahadła — wprowadził pojęcie momentu bezwładności, albo też — naodwrót — czy np. *Kirchhoff* był tym, który po raz ostatni nazywał jeszcze pracę momentem.

Nie jestem znawcą języków obcych. Słownik łaciński daje dla momentu wielorakie tłumaczenia jak: ruch, zmianę, ciężar, sprężynę; wpływ, znaczenie; cenę, pożytek; chwilę, cząstkę; dodatek, przyczynek. Najwidoczniej terminy te nie zadawalają nas z punktu widzenia mechaniki; nie wyjaśniają nam tego, co my wiemy o momencie.

Wiadomo zaś, że mamy: moment skalarowy, moment bezwładności, moment zboczenia, moment oporu, moment wektora, moment pary wektorów, moment zginający, moment skręcający i rozmaite inne okolicznościowe momenty — a to czasem względem punktu, niekiedy względem prostej, kiedy indziej znów względem płaszczyzny.

Pogodnie żonglujemy tymi tradycyjnymi nazwami i zapominamy, że ta dzisiejsza poufałość kosztowała nas swego czasu nieco wysiłku myślowego. Skoro zaś zapyta nas laik, co się właściwie nazywa w mechanice momentem, stwierdzimy że ździwieniem, że nie potrafimy mu tego dostatecznie prosto i jasno wytłumaczyć. Bowiem nie zechcemy zapewne ryzykować zbyt ogólnego zapewnienia, że terminem tym zastępujemy pojęcie iloczynu.

Język polski nie jest tak znów ubogi, by sprawy tej nie można było korzystnie załatwić. Można użyć słów istniejących; można stworzyć nowe. Zgodnie z niedawno umieszczonym w „Przeglądzie Mechanicznym" apelem, zwracam się w tej sprawie z uprzejmą prośbą nie tylko do przedstawicieli nauk technicznych; współudział reprezentantów nauk humanistycznych byłby równie mile widziany.

To co w przeważającej liczbie języków określane jest elefantem, nazywamy w języku polskim słoniem. Przypuszczam, że wielką wrzawę wywołało swego czasu wprowadzenie przez matematyków politechniki lwowskiej nazw różniczki i całki, zamiast stosowanych jeszcze dziś we wszystkich języ-

kach, nawet słowiańskich, dyferencjału i integrału. Z pewnością zaś nie znajdziemy dziś choćby jednego przeciwnika tych pięknych mian polskich. Może by więc spróbować z tymi momentami?

Wreszcie dodatkowe wyjaśnienie: Nie chodzi mi o rugowanie nazwy *moment* z tego powodu, że jest ona obcego pochodzenia. Jednakże trudno mi się zgodzić z tym, by kilka zgoła różnych pojęć określano tym samym mianem. Należy — moim zdaniem — stosowalność tego terminu odpowiednio ograniczyć. Nie narzucam żadnych nowych nazw. Proszę usilnie o zainteresowanie się rzeczą i nadsyłanie pod adresem Redakcji „Przeglądu Mechanicznego" nowych, celowych, przemyślanych propozycyj.

Stosowanie wyrazu *moment* w znaczeniu czasu nie prowadzi do nieporozumień bez względu na to, czy ma się na myśli stan zjawiska *w pewnej chwili t* czy też jego przebieg *w ciągu chwili dt*. Oczywiście ucieczka od słowa *moment* jest tu wskazaną. Wyraz *chwila* należy używać w pierwszym z dwóch podanych znaczeń. Do tego fragmentu sprawy nie przywiązuję szczególniejszej wagi.

Wszystkie inne *momenty* dadzą się zgrupować w kilka odmiennych zespołów. Chcemy obecnie szczegółowo je omówić i scharakteryzować.

Nie istnieje oddzielna mechanika stalowej kuli, oddzielna drewnianego graniastosłupa i oddzielna wreszcie nieforemnej bryły kamiennej. Istnieje wspólna dla wszystkich tych ciał mechanika układów stałych, między innymi mechanika ciała sztywnego. Na terenie tej mechaniki możemy każde tego rodzaju ciało opisać przy pomocy kilku cech wyróżniających. Opis ten jest najzupełniej wystarczający t. zn. obejmuje i wielkość ciała i jego materiał i dowolnie zawiły kształt. Podawane przez nas cechy mają charakter naturalny, co oznacza że są one własnością rozważanego ciała; są związane z tym ciałem, wraz z nim się poruszają, i z mechanicznego punktu widzenia są właśnie tym ciałem. Fakt ten jest oczywiście niezmiernie cenny z naukowego punktu widzenia.

Pierwszą taką cechą jest skalar, zwany *masą* ciała — *m*. Jest to wielkość rzeczywiście naturalna, bo na gruncie mechaniki klasycznej niezależna od natury fizycznej działania. Nie będziemy się przy niej dłużej zatrzymywać.

Podanie powyższej wielkości nie wyczerpuje opisu mechanicznego. Koniecznym jest scharakteryzowanie rozmieszczenia masy w przestrzeni.

Swoistą właściwością operacyj stosowanych w mechanice jest fakt, że wielkość określająca położenie pewnej wielkości mechanicznej występuje w rachunku z reguły w ścisłej symbiozie z tą wielkością, a mianowicie w postaci iloczynu obu tych wielkości. Jest to charakterystyczną cechą stosowanych na terenie mechaniki obliczeń.

Przypuśćmy więc że wiadomym nam jest np. położenie z każdej cząstki elementarnej dm rozważanego ciała materialnego m względem obranej płaszczyzny xy. Możemy zapytać jakie jest średnie oddalenie z_s massy m od owej płaszczyzny. Tworzymy w tym celu iloczyny $z.dm$, sumujemy je i znajdujemy z_s z równania:

$$z_s \,.\, m = \int z \,.\, dm.$$

Operację powyższą możemy odnieść do każdej innej płaszczyzny. Trzy tak wyznaczone współrzędne określają punkt S, położony wewnątrz całkowicie wypukłej powierzchni opisanej na rozważanym ciele.

Nie ma oczywiście nic szczególnego w tym, żeśmy liczbowo przyrównali do siebie dwa wymiarowo równe wyrażenia. Gdyśmy jednemu z czynników lewej strony nadali wartość:

$$m = \int dm$$

to z konieczności wynikł stąd drugi jako z_s. Jednak nie bez znaczenia jest fakt, że wyznaczony w ten sposób punkt S zajmuje niezmienne położenie w ciele. Gdy mianowicie zamiast płaszczyzny odniesienia xy przyjmiemy jakąkolwiek inną do niej równoległą $x'y'$, to wznaczona analogicznie nowa współrzędna z_s' określi płaszczyznę $z' = z_s'$ dokładnie pokrywającą się z poprzednią $z = z_s$.

Innymi słowy punkt (x_s, y_s, z_s) jest rzeczywiście punktem naturalnym niezmiennie związanym z rozważanym ciałem. Nazywamy go *środkiem masy* tegoż ciała. Określenie *oddalenie ciała* możemy rozmieć jako oddalenie właśnie tego punktu S. Znajomość tego położenia znakomicie upraszcza cały szereg rozważań, a chociażby już samą pisownię wzorów czy to statycznych czy też kinetycznych. Dla ciał jednorodnych *środek masy* staje się *środkiem geometrycznym* (objętości, pola, linii).

Wyrażenia $z.dm$, a także $z_s.m$, nazywane są w mechanice *momentem skalarowym masy względem płaszczyzny*. Oczywiście może też być mowa o momencie masy względem prostej czy też względem punktu. Wtedy współrzędne mają charakter kierunkowy, a sumowanie momentów z konieczności staje się geometrycznym.

Z równaniem określającym współrzędną z_s spotykamy się również w innych dziedzinach nauki. W wykładzie rachunku całkowego znajdujemy je jako twierdzenie o wartości średniej; w teorii błędów i rachunku wyrównania służy ono do wyznaczenia średniego błędu; możemy je zastosować do obliczenia uogólnionej średniej arytmetycznej.

Nazwę *moment* dla wyżej scharakteryzowanego iloczynu należy — moim zdaniem — z mechaniki usunąć. Proszę o propozycje nowych nazw. Ze swej strony wnoszę termin *średnik*. Nie zobowiązuje on — rzecz jasna — nikogo i do niczego.

Doświadczenie rachunkowe wskazuje, że *średnik* nie wyczerpuje sprawy opisu rozmieszczenia masy. Rola jego ogranicza się do ryczałtowego określenia położenia bryły jako całości. Chodzi przeto jeszcze o naturalne określenie orientacji układu materialnego w przestrzeni. Brak nam jeszcze dla dowolnie uformowanych brył takich oznaczeń, które w wypadku figur regularnych noszą nazwy przekątni, osi symetrii itp.

Szczegółowy tok obliczeń z dziedziny mechaniki doprowadził w konsekwencji do wprowadzenia do nauki pojęć *momentu bezwładności I* i *momentu zboczenia D* tj. wyrażeń:

$$I = \int z^2 dm, \qquad D = \int xydm$$

Widocznym jest że I jest zawsze dodatnie, natomiast D może przybierać wartości dodatnie, ujemne i — co jest szczególnie ważne — wartość zera. Umieściwszy w dowolnym punkcie O początek prostokątnego układu współrzędnych x, y, z możemy obliczyć po trzy różne wartości dla powyższych dwuch wielkości I, D. Umieściwszy zaś w tym punkcie początek inaczej w przestrzeni ułożonego prostokątnego układu współrzędnych x', y', z' obliczymy po trzy inne wartości dla tych wielkości I', D'.

Emocjonującym jest tu następujący zbieg okoliczności: chcąc zorientować w przestrzeni jakiś prostokątny układ współrzędnych należy w tym celu ustalić trzy niezależne wymagania. Istnieją właśnie trzy niezależne wielkości D'. Możemy zażądać przeto dla każdej z nich spełnienia równości $D' = O$, co — jak wspomnieliśmy — jest możliwe. Jednakże rachunek poucza, że nowa szóstka I', D' wyraża się jedynie przy pomocy dawnej szóstki I, D, oraz kątów przekształcenia, odniesionych do dawnego układu osi. Przeto szczególne kąty transformacji, wynikające z warunków typu $D = O$, zależą tylko od wielkości I, D. Tak uwarunkowane kierunki nazywamy głównymi. Odpowiadające im szczególne I', nazywamy *głównymi momentami* bezwładności; oznaczymy je J.

Powtórzmy rzecz jeszcze raz: w tym samym punkcie O tego samego ciała dwaj różni rachmistrze umieścili różne prostokątne układy współrzędnych np. x, y, z oraz x^*, y^*, z^*. Jeden z nich obliczył przynależną szóstkę wielkości I, D; drugi w odniesieniu do swego układu znalazł inną szóstkę I^*, D^*. Pierwszy wyznaczył przy pomocy I, D w sposób przed chwilą podany p e w n e szczególne kąty α, β, γ w odniesieniu do układu x, y, z. Drugi przy użyciu I^*, D^* znalazł w układzie x^*, y^*, z^* zupełnie i n n e kąty szczególne α^*, β^*, γ^*. Otóż emocjonującym — jak się wyraziłem — jest to, że wyznaczone w ten sposób przez dwóch różnych rachmistrzów różnymi liczbami kierunki wzajemnie się pokrywają; przynależeć im będzie u obu liczących ta sama trójka liczb J.

Zatem kierunki główne są własnością ciała; są jego cechą naturalną; istnieją i tym samym są cenną właściwością. W tym samym sensie wartości liczbowe głównych momentów bezwładności J są również naturalną miarową charakterystyką układu, wypływającą z ukształtowania masy.

Niemile mnie zawsze dziwi, gdy przeglądając podręczniki dla studiujących mechanikę spostrzegam w przedstawieniu powyższej sprawy jedynie bezbarwną, formalną stronę zagadnienia, poczynającą się i kończącą poprawymi tylko matematycznie definicjami.

Zmierzam do zakończenia tego fragmentu. Dowolnie na razie przyjęty punkt O należałoby związać z jakimś punktem oczywiście naturalnym. Czytający domyślają się, a raczej wiedzą, że za ten punkt obierzemy środek masy S. Ba, najprościej będzie poprostu za punkt O przyjąć właśnie punkt S.

Taki ogólny jest model każdego ciała rozpatrywanego przez nas w mechanice klasycznej. Składa się on z punktu S, obok którego wypisujemy masę ciała m. Uzupełnia ją go trzy wzajemnie prostpodłe kierunki główne, wychodzące z tegoż punktu; wypisujemy przy nich trzy liczby J. Obserwować ruch ciała sztywnego znaczy tyle co obserwować ruch punktu S i trzech przezeń przesuniętych osi głównych. Badać go, to znaczy odcyfrować zależność między położeniem tego punktu i tych osi a wielkością i położeniem przyczyn tego ruchu. Przyczyny — to siły; położenie przyczyn — to znowu momenty; inne — ale momenty.

Momenty bezwładności i momenty zboczenia są liczbowym wyrazem ukształtowania masy względem płaszczyzn czy też osi. Pojawiają się one nie tylko w dynamice ciała sztywnego. Spotykamy się z nimi w mechanice odkształcalnych układów prętowych; znajdujemy je w hydrostatyce. Stanowią one i tam uogólniony wynik ukształtowania — tym razem geometrycznego — np. pola. W rachunku wyrównania, w statystyce matematycznej dają one również ogólny obraz rozmieszczenia pewnych faktów.

W związku z tym uważam i tutaj nazwę *moment* za nieodpowiednią i wnoszę o stosowne zmiany. Ze swej strony proponuję dla m o m e n t u b e z w ł a d n o ś c i nazwę *kształtnik*, zaś dla m o m e n t u z b o c z e n i a termin *boczník*. Nazwa g ł ó w n e o s i e b e z w ł a d n o ś c i przejdzie w określenie *główne osie ukształtowania*.

Matematycy uogólnili omawiane pojęcia do *momentów n-tego rzędu*. W nowym mianownictwie będą to *kształtniki n-tego rzędu*. Proponowany średnik jest przeto *kształtnikiem pierwszego rzędu*, masa zaś *kształtnikiem zerowego rzędu*. Termin *moment bezwładności* będzie w nowym zbiorze nazw nadal utrzymany, jednak w innym znaczeniu, o czym jeszcze będzie mowa dalej.

W wspomnianej mechanice pręta odkształcanego pokutuje jeszcze dzisiaj nazwa *moment oporu*. Znajdujemy ją mianowicie w teorii zginania i skręcania. W pierwszej z nich *moment oporu* jest krewniakiem *kształtnika*. Otrzymujemy go poprostu z podzielenia kształtnika przez wyróżnioną współrzędną liniową zarysu przekroju pręta. W drugiej z nich w wyjątkowym wypadku pełnego przekroju kołowego względnie pierścieniowego współśrodkowego operacja obliczenia m o m e n t u o p o r u jest analogiczną. W każdym innym zarezerwowano dla tej wielkości, charakteryzującej geometryczną postać przekroju jedynie wspólne miejsce w odnośnym wzorze wytrzymałościowym i w konsekwencji wspólny wymiar.

Zarówno moment oporu zgięcia jak i moment oporu skręcenia jest — wielkością geometryczną, uwarunkowaną kształtem zarysu przekroju. Pojawiają one się w formułach charakteryzujących nośność pręta względnie przekroju pręta. Również powyższe terminy drażnią. W literaturze polskiej usiłowano już wyrugować je. Wprowadzono nazwy *wskaźnik zginania i wskaźnik skręcania*. Nazwa

wskaźnik jest bezwarunkowo lepsza aniżeli *moment*. Jednakże każdą wielkość można nazwać wskaźnikiem, bo każda jest wskazówką czy informacją o czymś. Pomimo tej wszechstronności możnaby nową nazwę utrzymać. Niestety istnieją wypadki, w których okoliczności zmuszają do powiedzenia *wskaźnik ze wskaźnikiem x*. Oczywiście można się tu ratować stosując dla wskaźnika matematycznego nazwę *znaczek* lub obcą *indeks*.

Proszę i tu o wyczerpujące wypowiedzenie się. Ze swej strony proponuję nazwę *nośnik*. Konstrukcyjne sugestie jakie wywołuje ta nazwa znikają, gdy uwzględnimy, że możemy wprowadzić nazwę obszerniejszą *nośnik zginania* względnie *nośnik skręcania*.

Przechodzimy z kolei do sprawy następnej.

Wiadomym jest, że niektóre zjawiska przebiegają wzdłuż albo dokoła jakichś wyróżnionych osi. Występujące przy tym wielkości kierunkowe nazywamy *wektorami*. Gdy oba te typy wektorów występują razem, to charakterystycznym jest, że drugie z nich są pod względem wymiarowym wyższego rzędu niż pierwsze o wymiar długości.

Istnieją różne sposoby określania cech wektora. Sądzę, że najprościej postąpimy podając dwie cechy wektora: *wartość* skierowaną w przestrzeni i *punkt przyłożenia*, zwany też *początkiem wektora*. Punkt przyłożenia może być ewentualnie przesuwny wzdłuż linii skierowania. Tak np. wychodzące z jednego punktu promienie, określające położenie elementarnych cząstek masy jakiegoś ciała tworzą zbieżny zbiór wektorów.

Na wektorach wykonać można cały szereg rozmaitych operacyj matematycznych. Pewne z nich prowadzą do tworu prostszego — do wielkości bezkierunkowej czyli do *skalara*. Rezultatem innych jest znowuż wektor o jakichś innych cechach. Tak np. średnik masy względem punktu, a także względem prostej, jest wektorem. Inne znowu operacje prowadzą do tworu znacznie bardziej skomplikowanego, więc np. do *affinora*. Takim affinorem symetrycznym czyli *tensorem* w gruncie rzeczy jest już poprzednio omówiony zespół kształtników i boczników.

Operacje wektorowe mają pewien swoisty smak. Jedną z istotnych ich właściwości jest fakt oddzielnego wyczerpywania i kolejnego wyzyskiwania przedstawionych wyżej dwu cech wielkości kierunkowej. Zdecydowana większość autorów, nie wczuwając się w finezję tego rodzaju postępowania, wprowadziła do nauki niezbyt chwalebny zwyczaj dzielenia wektorów na trzy typy a mianowicie na wektory swobodne, przesuwne i umiejscowione. W istocie zaś z reguły nie wektor jest swobodny, lecz jest taką przedsiębrana na nim operacja. Po prostu do wykonania jej wystarczała nam jedynie pierwsza cecha wektora tj. jego skierowana wartość; cechy drugiej chwilowo nie braliśmy pod uwagę. Tak więc dodajemy wektory przesuwne, które nie są przecież swobodnymi; dodawanie jednak jest czynnością swobodną.

Rozważanie zbyt odległych od tematu szczegółów nie jest tu pożądane. Zakończymy tę kwestię wyjaśnieniem, że operacje swobodne zadawalniają się stwierdzeniem równości dwóch wektorów, operacje zaś związane wymagają stwierdzenia ich równowartości. Każdą równowartość przedstawić możemy dwiema równościami.

Pójdźmy krok naprzód. Jedną z kapitalnych czynności jest utworzenie *iloczynu wektorowego*. Z dwóch wektorów $\overline{r}$, $\overline{w}$ tworzymy iloczyn wektorowy $\overline{p}$ budując nowy wektor:

$$[\overline{r}\ .\ \overline{w}] = \overline{p}$$

bezwzględnie równy $|\overline{p}| = |\overline{r}|\,.\,|\overline{w}|\,.\,\sin(\overline{r}, \overline{w})$, prostopadły do obu i wraz z nimi w kolejności $\overline{r}$, $\overline{w}$, $\overline{p}$ tworzący umówiony układ np. prawy. Operacja odwrotna do powyższej tj. *dzielenie wektorowe* istnieje ale jest wieloznaczna. Istotnie, niech będą dane dwa wzajemnie prostopadłe wektory $\overline{w}$, $\overline{p}$, a poszukiwane niech będzie $\overline{r}$. Niech dalej $\overline{r_0}$ będzie jakimś wynikiem zamierzonego dzielenia, tj. wektorem czyniącym zadość równaniu: $[\overline{r_0}\ .\ \overline{w}] = \overline{p}$, to w takim razie jest widocznym że każdy inny wektor: $\overline{r} = \overline{r_0} + \overline{d}$ będzie również wynikiem tego dzielenia, jeśli tylko dowolny wektor $\overline{d}$ jest równoległy do wektora $\overline{w}$. Mnożenie wektorowe podlega bowiem prawu rozdzielności, zaś $[\overline{d}\cdot\overline{w}] = 0$; oczywiście jest $\overline{d}$ wymiarowo zgodny z $\overline{r_0}$.

Powtórzmy rzecz jeszcze raz w nieznacznie ograniczonych warunkach. Niech $\overline{p}$ będzie wymiarowo wyższe od $\overline{w}$ o wymiar długości czyli niech $\overline{r}$ ma właśnie wymiar długości. Czymże jest równanie iloczynu wektorowego przy znanych $\overline{w}$, $\overline{p}$. Najwidoczniej jest ono równaniem miejsca geometrycznego przesuwającego się w szczególny sposób końca wektora $\overline{d}$. Jest ono przeto wektorowym równaniem linii prostej.

W analogicznych warunkach iloczyn skalarowy $k = (\overline{r}\ .\ \overline{w})$ przedstawia najzwięźlejszą postać równania płaszczyzny. Przypominamy tu nawiasem, że iloczyn ten jest skalarem o wartości $|\overline{r}|\,.\,|\overline{w}|\,.\,\cos(\overline{r}, \overline{w})$; znika on przeto gdy $\overline{r}$, $\overline{w}$ są wzajemnie prostopadłe.

Dochodzimy szybko do jądra sprawy. Język wektorowy zbudowany jest odmiennie od potocznego. Wybraźmy sobie, że umieściwszy się w punkcie O chcemy przedstawić wektor $\overline{w}$ oznaczający jakieś działanie wzdłuż jakiejś prostej, przechodzącej poza tym punktem. Wiemy ponadto, że nie ma potrzeby wiązać tego wektora z którymś szczególnym punktem jego prostej. Na razie przedstawi laik i my rzecz identycznie; zgodnie podamy wartość tego wektora $\overline{w}$ i jego zorientowany kierunek w przestrzeni. Jednakże przy określaniu drugiej cechy tego wektora powstanie rozdźwięk. Laik oświadczy—jak mu się będzie wydawało—najprościej, że (ponadto) wektor $\overline{w}$ jest oddalony o określoną długość od punktu O. Możliwe, że dodatkowo uda się nam go namówić na określenie tego oddalenia ukośnie ułożonym wektorem $\overline{r}$ wystrzelonym z O do początku $\overline{w}$. Na tym jednakże skoń-

czą się pertraktac'e. My tymczasem — i tu tkwi subtelność języka wektorowego — oświadczamy, że (ponadto) wektor $\bar{w}$ ma względem punktu O moment $\bar{p} = [\bar{r} \cdot \bar{w}]$.

Mamy zatem nowy moment: *moment wektora względem punktu*. Stąd bardzo szybko możemy przejść do definicji *momentu wektora względem prostej*. Nie będziemy tej dodatkowej sprawy rozwlekać. Są nim względnie nimi algebraiczne wartości rzutów wektora $\bar{p}$ na osie x, y, z prostokątnego układu współrzędnych przechodzące przez punkt O. Wynoszą one:

$$p_x = yw_z - zw_y,\ p_y = zw_x - xw_z,\ p_z = xw_y - yw_x$$

gdzie x, y, z oznaczają współrzędne początku wektora $\bar{w}$.

Skończyć jednak jeszcze musimy naszą kontrowers'ę. Przeciwnik nasz jest oczywiście oburzony, bo w podaniu tworu złożonego $\bar{p}^{\bullet}$ w miejsce jego prostego $\bar{r}$ widzi komplikację przedstawienia rzeczy. My — przeciwnie — żądamy pomnika dla tych matematyków, którzy wprowadzili pojęcie iloczynu wektorowego względnie użyli tego iloczynu jako obrazu momentu.

Jakżeż bowiem przedstawiliśmy położenie wektora $\bar{w}$? Otóż najwidoczniej wektorem $\bar{p}$. Gdy więc kto zażąda bezpośredniego określenia położenia wektora $\bar{w}$, będziemy zniewoleni wykonać dla znalezienia $\bar{r}$ operację dzielenia. Jednakże uprzedziliśmy pod tym względem wypadki. Już wiemy do czego to doprowadzi; do prostoliniowego miejsca geometrycznego przesuwnego początku wektora $\bar{w}$. Ależ o to właśnie nam chodziło. Chcieliśmy uzyskać takie przedstawienie wektora $\bar{w}$, w którym mógłby on ślizgać się wzdłuż swej prostej, bo jest to bez u'my dla opisu reprezentowanego nim zjawiska, a nie jest przy tem krępujące w tym stopniu co inne przedstawienie. Oczywistą pozatem jest równość $(\bar{w} \cdot \bar{p}) = O$.

Analogiczne uwagi dotyczą analitycznego przedstawienia sprawy. Dane są w_x, w_y, w_z, p_x, p_y, p_z; poszukiwaną jest trójka x, y, z współrzędnych punktu zaczepienia wektora $\bar{w}$. Z pozoru zadanie to powinno mieć rozwiązanie, bo dysponujemy trzema liniowymi równaniami. Tak jednak nie jest: te równania są jednokrotnie zależne. Łatwo to stwierdzić w postaci identyczności:

$$w_x\, p_x + w_y\, p_y + w_z\, p_z = 0$$

będącej analitycznym wyrazem prostopadłości wektorów $\bar{w}$, $\bar{p}$. Każde z równań przedstawia płaszczyznę. Trzy te płaszczyzny posiadają jedną tylko wspólną krawędź. Jest nią prosta działania wektora. Zgodnie z przedstawieniem wektorowym użycie momentu do przedstawienia położenia zezwala na ślizganie się wektora wzdłuż jego prostej.

Czy istnieje jakaś analogia między *momentem skalarowym* i *momentem wektora?* Zapewne. Oba są iloczynami, przy czym jeden z czynników ma tu wymiar długości Jakie zaś są dyssonanse? Nie ma żadnego fizykalnego sensu podwyższenia potęgi współrzędnej liniowej wektora, co miało swą rację przy skalarze. Dowolne przesunięcie skalarów byłoby nadużyciem, fałszującym ich ogólny obraz. Wreszcie najważniejsze: z sumowania momentów skalarowych otrzymujemy w rezultacie również moment skalarowy; z sumowania momentów wektorów możemy wogóle nie otrzymać momentu wektora. Jest to straszne, ale prawdziwe.

W rezultacie przeto widzimy, że moment wektora wymaga nowego oddzielnego terminu. Proszę znów o propozycje uwzględniające pochodzenie i rolę tego nowego pojęcia. Ze swej strony rzucam tu nazwę *miejscownik*, lub nieco ogólniejszą *wspólnik*. Mamy więc miejscownik względem punktu lub względem osi. Dwa wektory są równowarte, gdy są one równe i ich miejscowniki odnośnie tego samego punktu są równe.

Nie zamierzam tu namawiać Szanownych Czytelników do zburzenia wszystkiego. Dla wszelkich pozostałych wypadków zatrzymamy term'n *moment*. Wyjaśnić oczywiście tylko trzeba czym się one różnią od poprzednich.

Jest to niezmiernie proste. Dotychczasowe momenty kryły w sobie znaczenie położenia, umiejscowienia, ukształtowania. Miały one w sobie zamaskowany tekst geometryczny względnie w wyraźnym stopniu służyły celom geometrycznym. Ich wymowa fizyczna była słaba.

Momenty zewnętrzne jak *moment pary sił*, *moment ilości ruchu* lub wewnętrzne jak *moment zginający*, *moment skręcający* są w przeciwieństwie do tamtych czymś jakościowo zgoła różnym. Są one wielkościami fizykalnymi. Są one — z czego koniecznie należy zdać sobie sprawę — działaniami lub wyrazem działań. — Nie można się nauczyć mechaniki poprzestając na pojęciu przesunięcia, a rezygnując z obrotu. Nie można się ograniczyć do poznania siły, a zaniedbać znajomość momentu; przecież jest on czymś równie ważnym, jest on — jak się często mówi — uogólnioną siłą.

W słownictwie dotychczasowym traktuje się na równi ten moment, który nazwaliśmy miejscownikiem z tym momentem, który w dalszym ciągu chcemy i nadal nazywać momentem. Należą się tu znów wyjaśnienia.

Jedną z nader ważnych czynności stanowi skrócenie zbioru wektorów, zwane naogół redukcią układu wektorów. Chodzi o zamianę zbioru wektorów $\bar{w}_1$, $\bar{w}_2$, ...$\bar{w}_i$ ....$\bar{w}_n$ na inny jemu równowarty, a składający się z możliwie jak najmniejszej liczby wektorów. Równowartość rozumianą tu jest w sensie wynikłym z tłumaczenia testamentu *Newtona*.

Operację powyższą przeprowadzamy następująco: tworzymy sumę geometryczną wszystkich $\bar{w}_i$ i znajdujemy w ten sposób ogólny wektor $\bar{w}$. Obieramy dowolnie stały punkt O i obliczamy kolejno miejscowniki $\bar{p}_1$, $\bar{p}_2$, ... $\bar{p}_i$, ... $\bar{p}_n$ danych wektorów. Tworzymy sumę wszystkich $\bar{p}_i$ i znajdujemy w ten sposób ogólny wspólnik $\bar{p}$; jest on wymiarowo wyższy o wymiar długości od wektora $\bar{w}$. Obliczamy wyróżnik zbioru tj. iloczyn skalarowy $k=(\bar{w}.\bar{p}.)$. Okaże się $k = o$ lub $k \neq o$. Przeprowadzamy dyskusję.

Zacznijmy pogodnie od wypadku $k = o$, $\bar{w} \neq o$. Skoro iloczyn skalarowy dwóch wektrów znika,

to — jak wiadomo — są one wzajemnie do siebie prostopadłe. Skoro zaś $\overline{p}$ jest prostopadłe do $\overline{w}$ i spełnia zaakcentowany postulat wymiarowy, to odnośnie wektorów $\overline{w}$, $\overline{p}$ powtarza się wszystko to co niedawno omówiliśmy definiując miejscownik. Znaleziony przeto ogólny w s p ó l n i k $\overline{p}$ jest m i e j s c o w n i k i e m wektora $\overline{w}$. Inaczej mówiąc dany zbiór wektorów $\overline{w_i}$ można skrócić do jednego jedynego wektora $\overline{w}$ tego samego typu, przebiegającego poza punktem O na ramieniu r takim, że $[\overline{r} \,.\, \overline{w}] = \overline{p}$. Jak wiadomo wektor ten nazywamy wypadkowym danego zbioru.

Tu należy oczywiście też ewentualność $\overline{p} = o$. Poprostu przypadkiem wektor równowarty w leży na prostej przechodzącej przez środek odniesienia O. W obu tych wypadkach — jak widzimy — obowiązuje lapidarnie wyrażone twierdzenie: suma miescowników jest miejscownikiem sumy.

Przypadek $w = o$ pozostawmy na razie na uboczu.

Przejdźmy teraz od razu do wypadku najogólniejszego $k \neq o$. To co matematykom daje powód do pogodnych rozważań na temat krótkotrwałości rzeczy doczesnych i daje asumpt do pewnych jeszcze dalszych uogólnień na temat podzielności, stanowi dla początkujących zrazu małą tragedię. Przyjrzyjmy się bowiem co się tu stało.

Każde $\overline{p_i}$ jest prostopadłe do przynależnego w_i. W języku algebry wektorowej znaczy to, że ich iloczyn skalarowy znika, że zachodzi przeto dla k a ż d e g o i oddzielnie równość $(\overline{w_i} \,.\, \overline{p_i}) = o$. Tymczasem $\overline{p}$ nie jest prostopadłe do w, bo okazało się $(\overline{w} \,.\, \overline{p}) \neq o$.

Czyż nie jest to interesujące? Wielkość $\overline{p}$ zbuntowała się w stosunku do w. Nie chce z nią mieć nic wspólnego. Czy bowiem $\overline{p}$ jest miejscownikiem $\overline{w}$? Najwidoczniej nie. Zauważmy: gdyby ogólny w s p ó l n i k $\overline{p}$ miał być m i e j s c o w n i k i e m wektora $\overline{w}$ musiałby on mieć odpowiedni wymiar, a nadto musiałby on być iloczynem wektorowym jakiegoś promienia $\overline{r}$ i wektora w. Postulat ten nie jest spełniony, bo $\overline{p}$ nie jest prostopadłe do $\overline{w}$. Dzielenie zdążające choćby do wyznaczenia wieloznacznego r nie jest tu przeto w ogóle możliwe. Suma miejscowników przestała być miescownikiem. Usamodzielniła się ona do jakiegoś nowego wektora, odmiennego typo aniżeli w; wskazuje na to odmienny jej wymiar. Zauważmy przy tej sposobności, że nazwa *ogólny wspólnik* jest lepsza aniżeli *ogólny miejscownik*.

Analizujemy rzecz dalej. Skoro prawdą jest, że zbiór wektorów może się tak oryginalnie zachować, skoro istotnie może on w sobie kryć tego rodzaju nowe indywidua, to pożądane jest wyodrębnić całkowicie ten nowy typ w postaci jakiegoś szczególnego przypadku. Oczywiście narzuca się tu pomysł stworzenia takiego zbioru, w którym byłoby $\overline{w} = o$. Wiadome nam jest, że prowadzi to do pojęcia pary wektorów.

Para wektorów stanowi rzeczywiście nowy podstawowy element. Suma obu wektorów jest istotnie zerem. Suma miejscowników $\overline{p}$ jest tu nie tylko różną od zera. Wektor $\overline{p}$ ma ponadto dodatkową własność, nadającą mu charakter nowej podstawowej wielkości fizycznej. Wektor p n i e z a l e ż y od odbioru punktu O.

Ten właśnie nowy wektor chcemy nadal bez zmiany nazywać *momentem*. Jak zwróciliśmy uwagę — jest to jeden — według dotychczasowego mianownictwa — moment, przy którym zbędne jest dodatkowe określenie w postaci terminu względem punktu, prostej, płaszczyzny. Jest to poprostu moment.

Cały szereg różnych twierdzeń zyskuje po uwypukleniu różnicy między m i e j s c o w n i k i e m i m o m e n t e m na jasności. Tak np. twierdzenie o przekształceniu brzmi obecnie: wektor $\overline{w}$ przechodzący przez punkt A zamienić można na równy mu wektor w przesunięty przez punkt B i dołączony m o m e n t $\overline{p}$ wektorowo równy m i e j s c o w n i k o w i wektora $\overline{w}$, umieszczonego w A względem punktu B. Znamiennym tu i zasługującym na stałe podkreślenie jest fakt, że w ten sposób wreszcie zaakcentowaną jest jakościowa różnica między ilościowo równymi w tym wypadku m o m e n t e m i m i e j s c o w n i k i e m.

Analogiczne korzyści zyskujemy i w innych miejscach. Tak np. w przepisie na obliczenie m o m e n t u z g i n a j ą c e g o wyraźnie zaznaczyć możemy nie tylko sumowanie m i e j s c o w n i k ó w s i ł, lecz również sumowanie m o m e n t ó w (np. utwierdzenia).

Pozbywamy się pewnych szczegółów, które nas raziły dziwną niekonsekwencją. Tak np. wiadome jest, że iloczyn masy i przyśpieszenia liniowego z odwróconym znakiem nazywamy siłą bezwładności. Co tedy powinno się nazywać *momentem bezwładności?* Wiemy obecnie, że będzie to iloczyn k s z t a ł t n i k a i p r z y ś p i e s z e n i a k ą t o w e g o z odwróconym znakiem. Dotychczas zaś k s z t a ł t n i k nazywano m o m e n t e m b e z w ł a d n o ś c i, co powodowało dziwne kolizje.

Konieczność potrzeby zmian dyskutowanych terminów zdaje się nie ulegać wątpliwości. Oczywiście otwartą pozostaje sprawa zastosowania jak najbardziej celowych zmian. Przy wprowadzaniu ich wziąć należy pod uwagę przynajmniej te wyjaśnienia dotyczące pochodzenia i roli omówionych wielkości, które przedstawiłem w niniejszym artykule. Takim był jego cel. Takim jest mój *moment* wględem sprawy poruszonych *momentów*.

CZAS ODNOWIĆ PRENUMERATĘ NA KWARTAŁ IV.

Płomieniowe hartowanie powierzchniowe

inż. Z. WENDORFF i inż. B. CISZEWSKI

Istota płomieniowego hartowania powierzchniowego. — Zarys rozwoju procesu hartowania powierzchniowego. — Urządzenia dla hartowania powierzchniowego. — Wyniki płomieniowego hartowania powierzchniowego. — Badania własne.

Płomieniowe hartowanie powierzchniowe polega na tym, że przy pomocy silnego płomienia doprowadza się do powierzchni danego przedmiotu tyle ciepła, aby w jak najkrótszym czasie ogrzać ją do temperatury powyżej przemiany $\alpha-\gamma$ następnie tak szybko oziębia się, aby ciepło skupione na powierzchni nie zdążyło przejść wskutek przewodnictwa w głąb materiału. Metoda ta służy do utwardzania powierzchniowego przedmiotów na całej ich powierzchni, względnie do miejscowego utwardzania, co pociąga za sobą specjalne korzyści, gdyż nie wymaga zabezpieczania reszty przedmiotu, jak w innych metodach. Streszczając ogólnie korzyści jakie daje ta metoda utwardzania w stosunku do innych metod można powiedzieć, że:

1) nadaje się ona do utwardzania wszelkich materiałów żelaznych, a więc stali węglowych, stopowych, staliw, żeliwa szarego i kujnej leizny.

2) różnorodność materiałów nadających się do tej obróbki daje możność rozporządzania najrozmaitszymi własnościami rdzenia, nie wymagając specjalnej obróbki termicznej po utwardzeniu.

3) można utwardzać powierzchniowo stale uprzednio ulepszone termicznie, hartowanie płomieniowe nie niszczy ulepszenia rdzenia.

4) można regulować grubość warstwy utwardzonej od 2 do 6 mm, tak, że w razie potrzeby można szlifować warstwę utwardzoną bez obawy otrzymania miękkiej powierzchni.

5) przedmioty hartowane powierzchniowo na ogół nie krzywią się i nie paczą, odpada więc często szlifowanie po utwardzeniu.

6) wytrzymałość na zmęczenie dla części konstrukcyjnych utwardzonych płomieniowo wzrasta dwukrotnie (literatura 1, 8).

7) Hartowanie płomieniowe daje oszczędność czasu i kosztów w porównaniu do innych metod utwardzania.

8) Proces ten nadaje się dobrze do zmechanizowania i przez to po opracowaniu warunków wykonania otrzymuje się jednolity produkt. Można proces ten dla pewnych części całkowicie zautomatyzować.

ZARYS ROZWOJU PROCESU HARTOWANIA POWIERZCHNIOWEGO.

Początkowo stosowano ręczne prowadzenie palnika acetylenowo-tlenowego nad powierzchnią przedmiotu, co jednak nie dawało możności otrzymania równomiernej temperatury i doprowadzało do powstawania poważnych naprężeń wewnętrznych i raczej do hartowania całkowitego, a nie powierzchniowego. Twardość i odporność na ścieranie była nierównomierna i zamiast powiększenia żywotności przedmiotu następowało szybsze jego zużycie. Dopiero przez maszynowe jednostajne prowadzenie palnika i strumienia wody chłodzącej zostało hartowanie płomieniowe wprowadzone jako metoda utwardzania powierzchni. Po raz pierwszy na szerszą skalę zastosowano hartowanie powierzchniowe (2) do utwardzania powierzchniowego szyn kolejowych i tramwajowych. W tym celu na wózku ustawiona była wytwornica acetylenowa butla tlenowa i zbiornik z wodą. Palnik acetylenowo-tlenowy szerokości nieco mniejszej niż główka szyny, umieszczony na dźwigni umocowanej do wózka, posuwającego się z szybkością 8—10 metrów na godzinę, ogrzewał powierzchnię szyny. Szybkość posuwu wózka była tak dobrana, że dawała możność ogrzania powierzchni szyny do temperatury hartowania, poczym następowało z tą samą szybkością chłodzenie powierzchni strumieniem wodnym. Uzyskana twardość wynosiła 550 H_B. Przy bardzo obciążonych szynach po zdarciu pierwszej warstwy hartowano tę samą szynę po raz drugi i trzeci, co dało możność przedłużenia trwałości szyn trzykrotnie. Następnie przeniesiono metodę hartowania powierzchniowego i do innych gałęzi przemysłu. Skonstruowano maszyny, które umożliwiały dokładną regulację prowadzenia palnika i wody chłodzącej, co dawało możność regulowania głębokości i twardości warstwy zahartowanej. Jednocześnie prowadzone badania wpływu warunków procesu na wynik hartowania, dały możność zastosowania jego do najrozmaitszych części i tworzyw żelaznych. Wprowadzono tę metodę do utwardzania powierzchniowego dużych kół zębatych (3, 4), małych części samochodowych (5), sań suportów dużych tokarń utwardzanych do 400—450 H_B (6), łóż tokarń ważących 7,5 ton (7), narzędzi, prowadnic (9), wałów korbowych i gąsienic (10), bijaków kuźniczych (11). Metoda hartowania szyn została zmodyfikowana (12) przez zastosowanie gazu koksowego pod ciśnieniem wraz z tlenem. Ciepło przenikające do głębokości 15 mm dawało strukturę sorbityczną na grubość 7 mm, o twardości H_B 360—380.

URZĄDZENIA DO HARTOWANIA POWIERZCHNIOWEGO

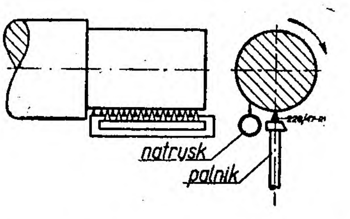
Do hartowania płomieniowego można stosować następujące metody (13):

a) metoda posługująca się przyrządem łączącym palnik i strumień wodny w jednej głowicy, która posuwa się nad powierzchnią przedmiotu nieruchomego,

b) obracanie przedmiotu hartowanego w płomieniu stałym i następne hartowanie w natrysku wodnym,

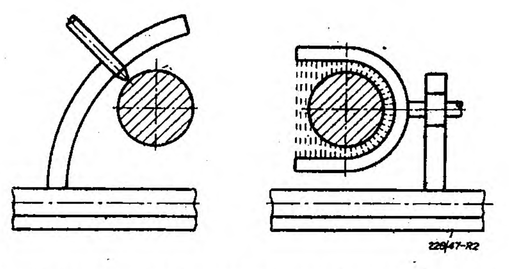
c) obracanie przedmiotu w głowicy łączącej w sobie i ogrzewanie i natrysk wodny, przyczym sama głowica też może się poruszać.

Metoda *b*) nadaje się do małych części, metoda zaś *c*) do długich cylindrycznych przedmiotów. Przyczym do płomieniowego hartowania powierzchniowego wałków stosowano następujące dwie metody (14):



Rys. 1. Schemat hartowania liniowego przy wolnych obrotach.

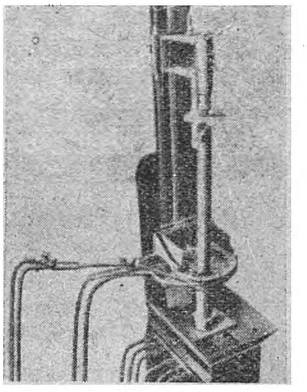
1) Hartowanie liniowe przy bardzo wolnych obrotach wałka. Szerokość płomienia odpowiada długości miejsca hartowanego. Poniżej płomienia znajduje się na tej samej długości natrysk wodny w równych małych odstępach. Ogrzewanie odbywa się podczas jednego obrotu wałka. Prędkość obwodowa wałka jest tak dobrana, aby każde miejsce powierzchni hartowanej zostało doprowadzone do temperatury A_{c3}. Po jednym obrocie palnik zostaje zgaszony, wałek natomiast obraca się dalej, aż do całkowitego ostudzenia. W sposobie tym nie można uniknąć na obwodzie wałka małego odcinka niezahartowanego, czyli miejsca zahartowanego przy pierwszym obrocie, a odpuszczonego w momencie końcowym działania płomienia. Rys. 1 wskazuje schemat hartowania tą metodą. Przy hartowaniu płaszczyzn tą metodą jak np. prowadnic, brak ten oczywiście nie występuje.



Rys. 2. Schemat hartowania metodą szybkich obrotów.

2) Hartowanie przy szybko obracającym się wałku. Rys. 2 podaje schemat urządzenia do hartowania powierzchniowego tą metodą. Szerokość jak i w poprzednim przypadku odpowiada długości hartowanego wałka. Ogrzewanie jest zupełnie niezależne od chłodzenia. Prędkość obwodowa wałka jest 8—12 m/min. Gdy wymagana temperatura jest osiągnięta, palnik zostaje odsunięty i zgaszony, natomiast automatycznie zostaje podsunięty natrysk w kształcie litery *U*. Wałek obraca się dalej z niezmienną szybkością. W wyniku otrzymuje się równomiernie zahartowaną warstwę. Konstrukcja palników i maszyn do hartowania powierzchniowego osiąga coraz to nowe formy, bardziej dostosowane do obróbki określonych przedmiotów, lub też formy uniwersalne, które przez wymianę poszczególnych części, można przestawiać na obróbkę różnych przedmiotów (3, 5, 15, 16, 17, 18, 19).

Palniki z wymiennymi główkami są podobne do spawalniczych. Stosuje się je tylko do wąskich powierzchni, przy szerszych należy zwiększać główki. Zaletą ich jest możność wymiany po zużyciu główki. Palniki szczelinowe posiadają końcowy przekrój kanału palnika w kształcie szczeliny. Posiadają one tę zaletę, że ogrzewają hartowaną powierzchnię równomiernie. Poza tym, ponieważ szerokość główki jest mała, można nimi hartować trudniej dostępne miejsca. Używa się je do hartowania wałów korbowych. Trzecim rodzajem są palniki, w których wyloty płomienia są wywiercone bezpośrednio w końcówce palnika, w postaci bardzo małych otworów blisko siebie.



Rys. 3. Maszyna promieniowa do hartowania wałków.

Kilka przykładów maszyn do hartowania płomieniowego podają poniższe fotografie. Osie gładkie lub wałki hartuje się przeważnie na maszynie promieniowej, wskazanej na rys. 3 (14). Palnik pierścieniowy ma posuw około 120 mm/min, przeważnie posiada główkę wymienną, aby można stosować go do różnych średnic osi hartowanych. Wałek hartowany jest nieruchomy. Hartowanie kół zębatych wymaga większej dokładności. Rys. 4 przedstawia maszynę do hartowania kół zębatych.



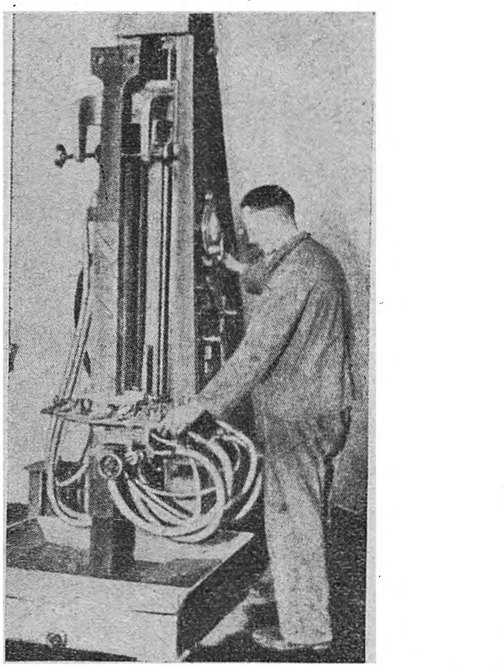
Rys. 4. Maszyna do hartowania kół zębatych.

Każda powierzchnia boczna zęba jest hartowana oddzielnie. Natrysk chłodzący w ustalonej odległości podąża za palnikiem. Ząb jest zanurzany do połowy w wodzie, przez co nie może zajść odpuszczanie drugiej powierzchni bocznej zęba już zahartowanej. Ruch palnika jest dla większych kół sterowany krzywką, na której zaznacza się odległość palnika od zęba hartowanego dla rozmaitych kół. Natomiast mniejsze koła zębate o module do

4 są hartowane bez krzywek. Koła zębate, które mogą mieć maksymalny błąd w podziałce 0,02 mm, hartowane normalnie, czy cementowane bez późniejszego szlifowania nie dają tej dokładności, natomiast powierzchniowe hartowane ich płomieniem spełnia ten warunek i czyni często szlifowanie zbędnym. Płaszczyzny, np. prowadnice można hartować na maszynie podobnej do poprzedniej, w której szablon przekształca się na powierzchnię płaską. Rys. 5 przedstawia maszynę do hartowania prowadnic krzyżulca w parowozach. (1).

Wyniki płomieniowego hartowania powierzchniowego, a więc twardość i grubość warstwy zahartowanej zależne są od następujących czynników.

1) ilości ciepła doprowadzonego,
2) rodzaju chłodzenia,
3) kształtu i wymiarów przedmiotu oraz
4) rodzaju materiału hartowanego.



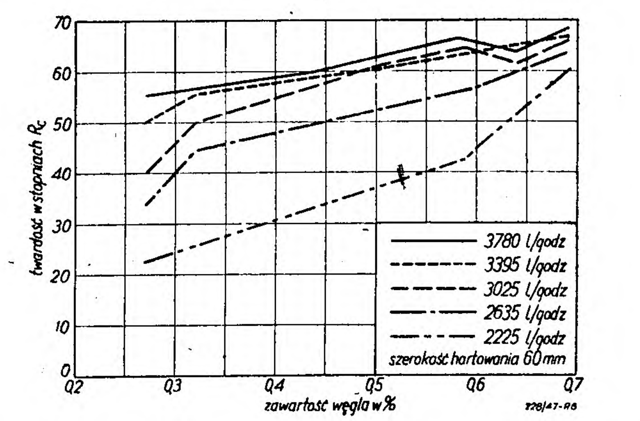
Rys. 5. Maszyna do hartowania prowadnic krzyżulca w parowozach.

Rozpatrzone będą poszczególne czynniki:

1) Ilość ciepła doprowadzonego zależy od *a*) — temperatury płomienia, a więc od rodzaju gazu stosowanego (acetylen, gaz świetlny, gaz koksowy lub ich mieszaniny), od stosunku składników mieszaniny gazu i tlenu, od zużycia ich wyrażonego w l/godz. i od odległości płomienia od powierzchni hartowanej; pozatym ilość ciepła doprowadzonego zależy od *b*) — czasu działania płomienia na powierzchnię przeznaczoną do zahartowania, a więc zależy od posuwu przy hartowaniu płaskich powierzchni, lub szybkości obrotu przy hartowaniu liniowym o wolnych obrotach, gdzie czas działania palnika na powierzchnię odpowiada jednemu obrotowi lub też przy hartowaniu o szybkich obrotach, zależy od ogólnego czasu działania płomienia na daną powierzchnię. Wreszcie ilość ciepła doprowadzonego zależy od *c*) — rodzaju palnika i jego wielkości.

Badania (20) wykonane na siedmiu gatunkach stali węglowych z różnymi zawartościami węgla i zawartością *Mn* wahającą się od 0,69% do 0,82% i krzemu 0,26% do 0,43%, miały na celu ustalenie najmniejszej ilości gazu, przy której otrzymywałoby się wystarczającą twardość i grubość warstwy zahartowanej.

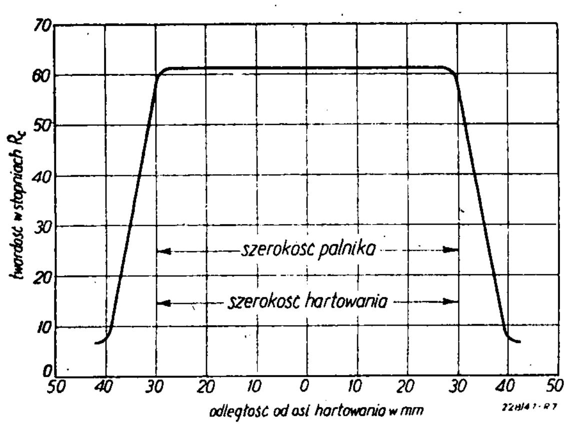
Warunki prób były następujące: wałki o średnicy 98 mm hartowane były metodą wolnych obrotów — 0,5 obr./min, czyli z prędkością obwodową 154 mm/min, palnikiem o szerokości płomienia 60 mm, odległość palnika od próbki badanej wynosiła 9 mm, odległość pomiędzy płomieniem a strumieniem wody chłodzącej 18 mm, ilość wody chłodzącej wynosiła 5,6 l/min, woda pod ciśnieniem 0,5 atn omywała 72 mm długości wałka. Hartowanie przeprowadzono acetylenem, stosując stały stosunek acetylenu do tlenu równy 1:1. Otrzymane wyniki twardości powierzchniowej w zależności od zużycia tlenu i zawartości węgla w stali charakteryzuje wykres na rys. 6.



Rys. 6. Zależność twardości powierzchniowej od zużycia tlenu i zawartości węgla w stali.

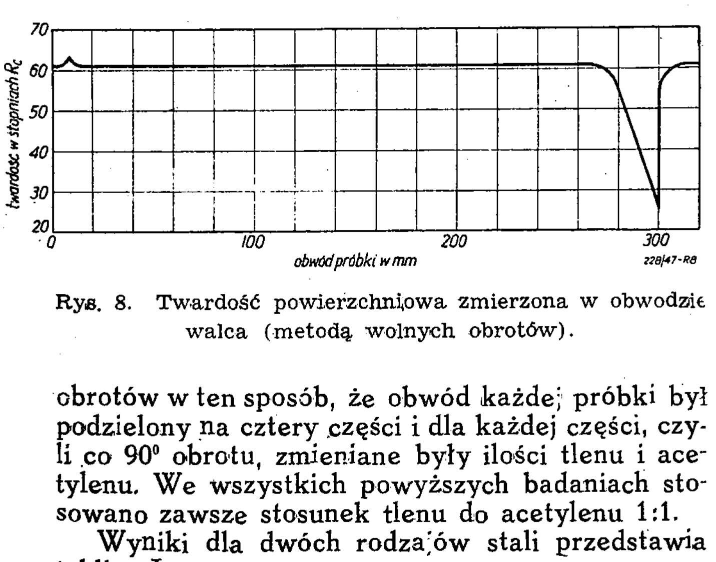
Z powyższego wykresu wynika, że podwyższanie zużycia tlenu po przekroczeniu pewnej wartości, która w danym wypadku wynosi 3025 l/godz., nie daje już podwyższenia twardości oraz że stale o większej zawartości węgla potrzebują mniejszego zużycia tlenu. Np. w celu osiągnięcia struktury zahartowanej dla stali *C* — 0,32%, potrzebne jest zużycie 3025 l/godz., to dla stali *C* — 0,68% wystarcza zużycie 2225 l/godz., by otrzymać tę samą twardość. Jest to zrozumiałe ze względu na niższą temperaturę przemiany A_{c3} dla stali wyżej węglowych. Ponieważ pomiar temperatur w warunkach powierzchniowego hartowania jest trudny, ważnym jest ustalenie, w danych warunkach hartowania, optymalnego zużycia tlenu i acetylenu. Odległość płomienia od powierzchni powinna być tak dobrana, aby koniec stożka wewnętrznego, gdzie panuje najwyższa temperatura, dotykał powierzchni przedmiotu. Rys. 7 dla stali *C*— 0,44% podaje przebieg twardości, zmierzonej wzdłuż tworzącej walca. Szerokość zahartowanej powierzchni równa jest szerokości palnika, spadek twardości do wartości normalnej występuje na szerokości 10 mm z obu stron. Rys. zaś 8 daje przebieg twardości na obwodzie, widać miejsce rozpoczęcia i końca hartowania, za którym

następuje pasmo szerokości ok. 2 mm zmniejszonej twardości skutkiem odpuszczenia, spowodowanego ogrzaniem do temperatury poniżej A_{c3} części poprzednio zahartowanej, w momencie wyłączenia palnika. Zużycie tlenu w metodzie hartowania przy szybko obracającym się wałku, jest o wiele wyższe niż w metodzie liniowej.



Rys. 7. Twardość powierzchniowa zmierzona wzdłuż tworzącej walca.

O ile wzrost zużycia tlenu powyżej pewnej wielkości nie ma wpływu na osiągniętą twardość powierzchniową, o tyle ma on wpływ na grubość warstwy zahartowanej. Im większe jest zużycie tlenu, tym otrzymuje się głębsze warstwy zahartowane, jak to wykazały badania wykonane na stalach stopowych (20) hartowanych metodą wolnych



Rys. 8. Twardość powierzchniowa zmierzona w obwodzie walca (metodą wolnych obrotów).

obrotów w ten sposób, że obwód każdej próbki był podzielony na cztery części i dla każdej części, czyli co 90° obrotu, zmieniane były ilości tlenu i acetylenu. We wszystkich powyższych badaniach stosowano zawsze stosunek tlenu do acetylenu 1:1.

Wyniki dla dwóch rodzajów stali przedstawia tablica I.

Tablica I.

Rodzaj stali	Zużycie tlenu l/godz.	Głębokości strefy zahartowanej w mm
C = 0,32%, Ni = 2,9%	4 600 4 000 3 500 2 950	3,3 2,8 2,6 1,6
C = 0,34%, Cr = 0,79% Ni = 2,35%	4 600 4 000 3 500 3 950	3,7 3,3 2,3 1,6

Przy stosowaniu dużych ilości tlenu dla osiągnięcia grubych warstw zahartowanych zachodzi obawa przegrzania stali na powierzchni, a więc spadku twardości powierzchniowej. W celu ustalenia tego wpływu zostały wykonane próby (20) na osiemnastu gatunkach stali węglowych i stopowych. Stosowano zużycie tlenu 4160 i 4600 l/godz., jednak w tym przypadku spadek twardości nastąpił tylko dla jednego rodzaju staliwa.

Przez zmniejszenie posuwu względnie prędkości obwodowej przy hartowaniu powierzchniowym o wolnych obrotach, ilość ciepła dostarczana danej powierzchni hartowanej oczywiście zwiększa się, można więc tym samym przechodzić wtedy do niższych wartości zużycia tlenu i acetylenu.

Tablica II daje zestawienie najmniejszych ilości zużycia tlenu, przy których otrzymuje się jeszcze powierzchniowe zahartowanie w zależności od prędkości obwodowej.

Tablica II.

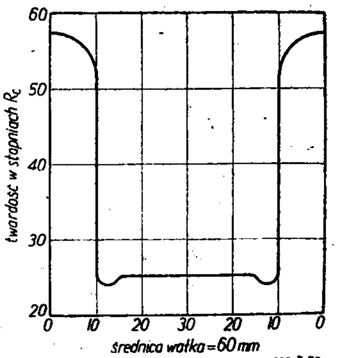
Prędkość obwodowa mm/min	Najmniejsze zużycie tlenu l/godz.
296	5 000
154	2 500
81	2 200

Gdy rozstawienie pomiędzy poszczególnymi płomieniami palnika nie jest dość gęste np. 8 mm, może zajść zjawisko pasmowości. Pomiędzy pasmami o wysokiej twardości mogą znajdować się pasma niezahartowane. Jest to spowodowane albo za małym zużyciem tlenu, albo nierównymi chłodzeniem.

2) Twardość, jej równomierność, oraz głębokość warstwy zahartowanej, w drugim rzędzie, poza ilością ciepła doprowadzonego do powierzchni, zależy od rodzaju chłodzenia. Natomiast chłodzenie zależy od rodzaju chłodziwa, odległości jego od płomienia, wielkości i rozłożenia strumieni wodnych, szybkości wypływu wody i ilości wody chłodzącej. Jako chłodziwa przy hartowaniu płomieniowym używa się naogół wody chłodnej lub podgrzanej do temp. 30° — 40°, w niektórych przypadkach przy hartowaniu małych przedmiotów wystarcza strumień powietrza (5). Głębokość warstwy zahartowanej można regulować zmniejszając lub zwiększając odległość pomiędzy wodą chłodzącą a palnikiem, czyli miejscem ogrzanym a miejscem studzenia. Im większa jest ta odległość tym więcej czasu ma ciepło aby drogą przewodnictwa wniknąć w głąb materiału i ogrzać go do temperatury powyżej A_{c3}, tym więc grubszą otrzymuje się warstwę zahartowaną. Badania zależności pomiędzy ilością wody oraz szybkością jej wypływu, a otrzymaną twardością (20) były wykonane na staliwie o składzie C — 0,47%, Mn — 0,81%. Wałki średnicy 98 mm hartowano metodą wolnych obrotów z szybkością obwodową 155 mm/min. Woda wypływała z natrysku ustawionego pod palnikiem równolegle do niego. Natrysk miał 13 otworów oddalonych o 5 mm jeden od drugiego. Przez zmianę średnicy otworów i ciśnienia wody zmieniano ilość

wody chłodzącej i jej prędkość wylotową. Średnicę otworów stosowano 1,2 mm, 1,7 mm i 2,4 mm, prędkości wypływu wody zmieniano w granicach 0,73 do 3.25 m/sek, ilość wody zużytej wynosiła 3,1 do 7,2 l/min. Niedostateczne wyniki twardości otrzymano w tych przypadkach, gdzie pomimo zużycia dostatecznej ilości wody chłodzącej szybkość jej wypływu 0,69 lub 0,88 m/sek była za mała. Jest to zrozumiałym ze względu na niemożność osiągnięcia szybkości krytycznych studzenia stali przy niedostatecznie szybkim przepływie wody. Jedynie przez bardzo duże zużycie wody np. 7,2 l/min można w przypadku małych szybkości wypływu 0,88 m/sek pokryć braki hartowania. Pozatym należy zauważyć, że stale, które posiadają wyższe wartości szybkości krytycznej wymagają większych ilości wody i szybszego jej przepływu, jak np. stale węglowe, zwłaszcza niżej węglowe.

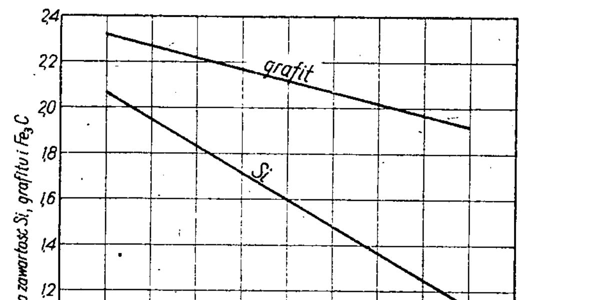
3) Wymiary i kształt przedmiotu hartowanego, który jest ośrodkiem przyjmującym i rozprowadzającym ciepło w głąb, odgrywają dużą rolę przy hartowaniu powierzchniowym. Wałki o małej średnicy lub cienkie i wąskie listwy trudno jest zahartować powierzchniowo, zachowując rdzeń plastyczny. Proces przenikania ciepła w głąb w tych warunkach zachodzi zbyt szybko, aby można przeprowadzić utwardzenie samej powierzchni. W tych przypadkach procesy cementacyjne, przebiegające powoli, mają pierwszeństwo. Co do górnej granicy wymiarów przedmiotu nie ma ograniczeń, ale każdy kształt danej powierzchni wymaga odpowiednio, dostosowanej konstrukcji palników, chłodzenia, mechanizmu kierującego oraz opracowania optymalnych warunków hartowania.



Rys. 9. Twardość na przekroju walca ze stali Cr-Mo ulepszonej termicznie w rdzeniu i hartowanej płomieniowo.

4) Stale węglowe począwszy od zawartości C = 0,3% nadają się do hartowania powierzchniowego. Najkorzystniej utwardzają się stale w zakresie 0,45 ÷ 0,60% C, przyczym rdzeń ich może być ulepszony przez uprzednią obróbkę termiczną do Rr = 60 ÷ 100 kG/mm². Im mniej węgla zawierają stale, tym wymagają wyższych temperatur ogrzania, a więc większego zużycia tlenu i intensywniejszych warunków chłodzenia, ze względu na wyższe wartości szybkości krytycznej.

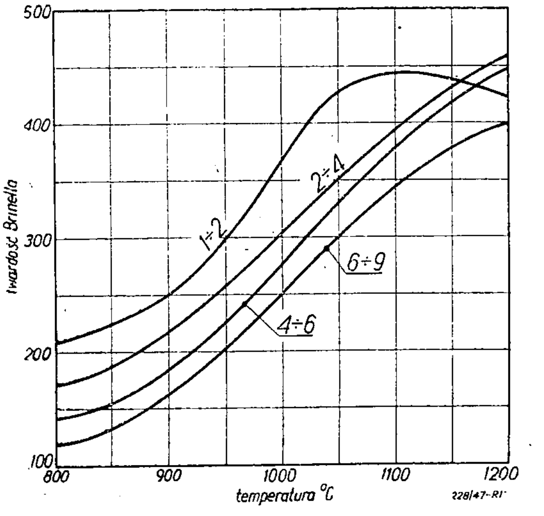
Dodatki stopowe wpływają naogół i na twardość i na głębokość warstwy zahartowanej. I tak mangan zwiększa, krzem zaś zmniejsza twardość powierzchniową, chrom i nikiel nie wywierają znaczniejszego wpływu na twardość (20), chociaż przy pewnych zawartościach wpływ dodatni na twardość się zaznacza (24). Natomiast chrom i nikiel mają duży wpływ na głębokość warstwy utwardzonej, im więcej chromu i niklu, tem głębsza warstwa utwardzona. Na części silnie obciążone: sworznie, czopy, wieńce kół o grubych warstwach utwardzonych, nadają się stale manganowe Mn = 1,2 ÷ 1,9%, zawierające C = 0,28 ÷ 0.40%. Dają one twardości powierzchniowe H_{Rc} = 55 ÷ 60 i mogą być ulepszone w rdzeniu do 120 kG/mm². Na części samochodowe i samolotowe, które są narażone na silne działania dynamiczne nadają się stale chromowo-manganowe Cr = 0,9 ÷ 1,3%, Mn = 0,6 ÷ 1.3%, ewentualnie z dodatkiem V = 0,1 ÷ 1,3%, dające się ulepszyć w rdzeniu do R_r = 140 kG/mm². Ważną grupę stali nadających się do hartowania powierzchniowego stanowią stale chromowo-molibdenowe, np. o zawartości C — 0,35%, Cr — 1%, Mo — 0.2%. Nadają się one na silnie narażone wały korbowe. Podczas utwardzania płomieniowego przedmiotu, ulepszonego uprzednio termicznie, zachodzi pewne niepożądane zjawisko, a mianowicie powstaje poza warstwą utwardzoną pewna bardzo wąska warstwa, wykazująca spadek twardości tak w stosunku do rdzenia jak i warstwy powierzchniowej. Powstaje ona na skutek odpuszczającego działania ciepła płomienia na ulepszony materiał przedmiotu. Rys. 9 wskazuje przebieg twardości na przekroju wałka średnicy 60 mm ze stali chromowo-molibdenowej (20). Warstewka o najniższej twardości wpływa oczywiście ujemnie na własności wytrzymałościowe materiału i powinna być jak najwęższa. Stale chromowo-molibdenowe dają warstewkę odpuszczoną stosunkowo cienką.



Rys. 10. Powierzchniowa twardość żeliwa utwardzonego metodą płomieniową w zależności od jego składu.

Staliwa czy to węglowe czy stopowe dają się utwardzać płomieniowo podobnie jak stale, przy czym trudności przy hartowaniu staliw mogą wynikać z większej ich niejednorodności, oraz z tego, że najczęściej powierzchnia ich jest odwęglona. O ile staliwne części muszą być utwardzane powierzchniowo wraz z naskórkiem odlewniczym, należy dokładnie przestrzegać odpowiedniej tem-

peratury hartowania i warunków chłodzenia, może się bowiem zdażyć, że właściwie utwardzony materiał powstanie dopiero pod warstwą miększą, która wskutek odwęglonej struktury na powierzchni nie uległa dostatecznemu zahartowaniu w danych warunkach. Części staliwne muszą być przed hartowaniem powierzchniowym znormalizowane lub ulepszone termicznie tak, aby były wolne od naprężeń, których obecność mogłaby podczas hartowania powierzchniowego doprowadzić do paczenia lub powstania rys.



Rys. 11. Twardość powierzchniowa żeliwa ciągliwego w zależności od temperatury ogrzania i średnicy końcówek palnika w mm.

Żeliwo szare podlega obróbce utwardzania powierzchniowego, podobnie jak może podlegać obróbce hartowania na wskroś przez hartowanie normalne. Przyczym podłoże perlityczne na powierzchni zostaje zmienione w martenzytyczne, grafit pozostaje nienaruszony (21). Rys. 10 podaje zależność twardości powierzchniowej żeliwa szarego, od jego składu (22). Jak widać mniejsza zawartość krzemu sprzyja utwardzaniu, powodując występowanie większej ilości węgla związanego, jak i obniżenie temperatury hartowania. Twardość powierzchniowa rośnie wraz ze wzrostem temperatury hartowania aż do 900°, osiągając przy tej temperaturze ponad 500° *Brinella*. Przebieg wzrostu twardości wraz z temperaturą hartowania i jej maximum zależne jest też od rodzaju wydzieleń grafitu. Żeliwo stopowe daje wyższe wartości twardości powierzchniowej, np. żeliwo o składzie C — 3,30%, Mo — 0,30%, Cr — 0,50% stosowane na matryce (23).

Żeliwo ciągliwe hartowane płomieniowo w zależności od warunków ogrzewania i chłodzenia może dawać na powierzchni strukturę perlityczną, sorbityczną, martenzytyczną lub zawierającą wolny cementyt (26). W procesie tym węgiel żarzenia, który znajduje się na osnowie ferrytycznej lub ferrytyczno-perlitycznej, ulega rozpadowi i przechodzi częściowo do roztworu austenitu. Proces hartowania powierzchniowego żeliwa ciągliwego przeprowadza się w temperaturach wyższych niż dla żeliwa szarego i czas działania wysokiej temperatury musi być dłuższy. Rys. 11 przedstawia zależność twardości od temperatury ogrzania i średnicy końcówek palnika. Różnice w wymiarach końcówek odpowiadają różnicom w prędkościach podgrzewania przy hartowaniu płomieniowym (25).

BADANIA WŁASNE.

Celem zapoczątkowania badań hartowania płomieniowego zostały przeprowadzone wstępne próby.

1) Przeprowadzono próby hartowania płomieniowego płaskich powierzchni na maszynie do hartowania powierzchniowego prowadnic krzyżulca, przedstawionej na rys. 5. Zbadano wpływ posuwu na twardość powierzchniową i głębokość warstwy zahartowanej, oraz możliwość hartowania płomieniowego mieszaniną samego gazu świetlnego z tlenem, bez używania acetylenu. Palnik stosowano jednostronny, szczelinowy, odległość palnika od prowadnicy 4 mm, tak, że koniec stożka wewnętrznego dotykał powierzchni hartowanej. Natrysk wodny oddalony był 17 mm od palnika. Ilość wody chłodzącej stale wynosiła 3 l/min. Ciśnienie tlenu dla wszystkich prób wynosiło 5 atn, ciśnienie mieszaniny gazu świetlnego i acetylenu oraz samego gazu świetlnego z powodu braku odpowiednich przyrządów nie było mierzone. Do prób użyto trzech stali węglowych o zawartości C — 0,35%, C — 0,45%, C — 0,60%, oraz stali chromowo-niklowej C — 0,35%, Cr — 0,7%, Ni — 2,5%. Przed zahartowaniem powierzchnia przeznaczona do utwardzania była zestrugana. W tych samych warunkach wykonywano po 3 próby, które łamano i badano na twardość powierzchniową i głębokość hartowania. Tę ostatnią wyznaczano na złomach oraz z przebiegu twardości w głąb materiału. Na szlifach poprzecznych badano metalograficznie struktury warstwy zahartowanej i warstwy przejściowej. Tablica III podaje zestawienie otrzymanych wyników. W rubryce czwartej i piątej podane są średnie wartości z trzech prób, przyczem różnice pomiędzy poszczególnemi wynikami były minimalne.

Do hartowania stosowano albo płomień gazu świetlnego + acetylen + tlen, przyczem stosunek gazu świetlnego do acetylenu był 3:1, albo płomień mieszaniny gaz świetlny + tlen w stosunku 1:1.

Próby stali węglowych, których hartowanie dało wyniki dodatnie wykazują strukturę martenzytyczną przy powierzchni, dalej strefę martenzytyczno-troostyczną; w strefie zaś przejściowej, którą dosięgnął zakres temperatur A_{c1} — A_{c3}, występują mieszaniny martenzytu lub troostytu z ferrytem, wreszcie rdzeń wykazuje strukturę ferrytyczno-perlityczną. Zgodnie z tym łagodnym przebiegiem zmiany struktur następuje też i łagodny spadek twardości w głąb materiału. Struktura powierzchniowo zahartowanej stali chromowo-niklowej wykazuje szerszą warstwę martenzytyczną sięgającą do 5 mm, w zakresie której twardość zmienia się od 60 do 56 H_{Rc}, poczem następuje łagodny spadek twardości w zakresie 2 mm aż do wąskiego pasma sorbitycznego (H_{Rc} = 37) wreszcie struktura rdzenia. Wyniki badań metalograficznych mogą być wskaźnikiem co do panującej w momencie hartowania temperatury w poszczególnych strefach. Przy tych rozważaniach należy jednak

TABLICA III.

Materiał	Rodzaj płomienia	Posuw m/min	H_{Rc}	Grubość warstwy utwardzonej w mm
Stal węglowa C — 0,35%	acetylen + gaz świetlny + tlen	70	59	2,8
	gaz świetlny + tlen	70	50	1.5—2
	acetylen + gaz świetlny + tlen	120	33	—
Stal węglowa C — 0,45%	acetylen + gaz świetlny + tlen	70	58	4,0
	gaz świetlny + tlen	70	60	3,1
	acetylen + gaz świetlny + tlen	90	55	3
Stal węglowa C — 0,60%	acetylen + gaz świetlny + tlen	70	65	5
	gaz świetlny + tlen	70	62	3,3
	acetylen + gaz świetlny + tlen	90	64	4
Stal chromowo-niklowa	acetylen + gaz świetlny + tlen	70	57	6,5

uwzględnić dwa czynniki: spadek temperatury w głąb materiału podczas nagrzewania, oraz spadek szybkości studzenia w kierunku rdzenia materiału.

Jak z powyższych badań wynika stale o zawartości C — 0,45% i C — 0,60% można hartować mieszaniną gazu świetlnego i tlenu, stosując ten sam posuw 70 mm/min, co dla mieszaniny gazu z acetylenem, otrzymuje się wtedy zbliżone wartości twardości powierzchniowej, mniejsze zaś głębokości zahartowania. Stal C — 0,35% w tych warunkach daje nieco za małe (1,5 — 2 mm) grubości warstwy utwardzonej. Możliwe, że zmniejszenie posuwu dałoby i w tym wypadku korzystne wyniki. Zwiększenie posuwu z 70 na 120 mm/min, co daje znaczną oszczędność na czasie, dla stali C — 0,35% nie jest możliwe do zastosowania, natomiast zwiększenie posuwu z 70 na 90 mm/min dla pozostałych stali węglowych daje wyniki dodatnie.

Stal chromowo-niklowa nadaje się do hartowania powierzchniowego w stosowanych warunkach, co jest ważnym ze względu na możliwość hartowania tą metodą kół zębatych i końcówek wrzecion w obrabiarkach.

2) Przeprowadzono próby hartowania wałków na maszynie do hartowania bolców sposobem obwodowym przy szybkich obrotach palnikiem rozgałęzionym szczelinowym, o wymiarach szczeliny 2 (50 x 2). Odległość palnika od próbki wynosiła 3 mm, koniec stożka wewnętrznego płomienia dotykał powierzchni próbki. Ciśnienie tlenu 2,5 atn ciśnienie acetylenu 0,2 atn. Przy próbach hartowania mieszaniną acetylenu i gazu świetlnego z tlenem, stosunek acetylenu do gazu świetlnego wynosił 1:3. Po nagrzaniu próbka była chłodzona w natrysku o kształcie litery *U*. Ilość wody chłodzącej 3 l/min. Ilość obrotów wałka 120 obr/min. Badano wpływ czasu nagrzewania na twardość i głębokość warstwy utwardzonej, oraz możliwość zastosowania mieszaniny gazu świetlnego z tlenem, zamiast mieszaniny acetylenu, gazu i tlenu. Hartowanie powierzchniowe przeprowadzono na następujących materiałach: stali węglowej C — 0,35% o średnicy wałka 25 mm, stali węglowej C — 0,45% o średnicy wałka 40 mm, oraz żeliwie szarym perlitycznym, o średnicy wałka 20 mm. Po złamaniu próbek mierzono twardość powierzchniową, grubość warstwy utwardzonej na podstawie wyglądu złomów i z pomiarów twardości na przekroju prętów, oraz przeprowadzono badania metalograficzne na przekrojach poprzecznych.

Zestawienie wyników podaje tablica **IV.**

Wyniki badań metalograficznych stali były podobne do otrzymanych dla prób płaskich. Badania metalograficzne żeliwa wykazały strukturę martenzytyczną na powierzchni próby do głębokości 6 mm, strukturę warstwy przejściowej, składającą się w osnowie z mieszaniny martenzytu i perlitu, oraz strukturę rdzenia z perlitu z rzadkiemi wtrąceniami pól martenzytu. Z powyższych badań wynika, że mieszanina gazu świetlnego z tlenem da się zastosować do hartowania obu gatunków stali węglowych C — 0,35% jak i C — 0,45%, przyczym dla osiągnięcia żądanych grubości warstwy utwardzonej można stosować odpowiedni (widoczny z tablicy) czas ogrzewania.

Czas ogrzewania 30 sek dla stali C—0,35% jest wystarczającym do utwardzania powierzchni, dłuż-

TABLICA IV.

Materiał	Rodzaj płomienia	Czas nagrzewania w sek.	H_{Rc}	Grubość warstwy utwardzonej w mm.
Stal węglowa C — 0,35% średnica 25 mm	acetylen + gaz świetlny + tlen	30	57	3
		35	56	3,3
		40	55	2,5
		45	54	3
	gaz świetlny + tlen	30	57	2
		35	58	2
		40	57	2,5
		45	56	2,8
Stal węglowa C — 0,45% średnica 40 mm	acetylen + gaz świetlny + tlen	80	54	nie badano
		100	55	„
	gaz świetlny + tlen	120	60	5
Żeliwo szare perlityczne średnica 20 mm	acetylen + gaz świetlny + tlen	30	61	9
	gaz świetlny + tlen	30	58	8

sze przetrzymywanie nie daje żadnej korzyści, a raczej obniżenie twardości spowodowane przegrzaniem. Żeliwo szare perlityczne daje się w wysokim stopniu utwardzać powierzchniowo zarówno płomieniem z acetylenem jak i bez acetylenu, dając grubą warstwę utwardzoną, którą oczywiście można regulować zmianą czasu przetrzymania i intensywnością chłodzenia.

Wszystkie powyższe próby hartowano płomieniowo, korzystając z urządzeń i materiałów Zakładów *H. Cegielskiego* w Poznaniu, za co w tym miejscu wyrażamy podziękowanie Dyrekcji Zakładów.

LITERATURA.

1. *H. W. Grönegress*, Härterei — Technische Mitteilungen (1943) str. 140.
2. *Sandberg*, Autogene Metallbearbeitung (1936) str. 48.
3. *Vandevate*, Steel (1939 — 105) str. 64 i 111.
4. *Iron Age* (1944 — 153), str. 66.
5. *F. A. Frischman*, Heat Treating and Forging (1939 — 25), str. 445.
6. *L. D. Jennings*, Machinist (1939 — 83), str. 849.
7. *P. A. Abe*, Metal Progress (1939 — 36), str. 49.
8. *O. J. Hozger, F. V. Buckwalter*, Iron Age (1941 — 148) str. 47.
9. *A. L. Hartley*, Welding Journal (1941 — 20) str. 678
10. Automobile Engineer (1941 — 31) str. 303.
11. *A. E. Shorter*, Metallurgia (1944 — 30) str. 33.
12. *Yn. Gudina, N. Shubina* Stal (1940) str. 40—44, lub Iron and Steel Institute 1943 Translations Nr. 163.
13. *H. S. Card*, Industrial Heating (1939—6) 1062 i 1024.
14. *E. Zorn*, Autogene Metallbearbeitung, (1935 — 28) str. 305 i 321.
15. *J. G. Margrath*, Machinist (1941 — 85) str. 698 (1942 — 85) str. 1134.
16. *A. L. Hartley* Mechanical Engineering (1942 — 67) str. 531.
17. *S. Smith*, Steel (1942 — 111) str. 76 — 119.
18. Machinery (1943 — 63) str. 218.
19. *T. E. Lloyd*, Iron Age (1943 — 151) str. 64.
20. *E. Zorn*, Autogene Metallbearbeitung (1941), str. 322.
21. *T. H. Bickford*, Iron Age (1940 — 145) str. 19 i 40.
22. *A. E. Shorter*, Vortrg. Rom. 1935.
23. Heat Treating and Forging (1941 — 27) str. 391.
24. *F. G. Seling*, Iron Age (1939 — 144) str. 43.
25. *G. Kritzler*, Z. V. D. J. (1940 — 84) str. 148.
26. *S. Smith*, Trans. of. the American Fondrymen's Association (1941 — 49) str. 209.

Zeszyt niniejszy „Przeglądu Mechanicznego" wydany jako potrójny Nr. 7-9, ukazuje się ze znacznym opóźnieniem, spowodowanym trudnościami związanymi z przeniesieniem Redakcji z Łodzi do Warszawy, z licznymi trudnościami technicznymi oraz z koniecznością zastosowania się do zarządzeń dotyczących oszczędności papieru.

Redakcja.

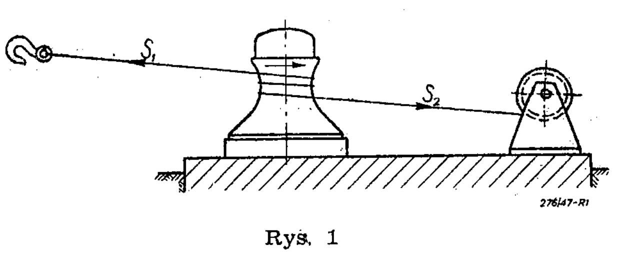
Elektryczne kabestany dla urządzeń przetokowych

L. KLESZCZ

W miejscach przeładunkowych koniecznym jest zawsze przetaczanie wagonów z jednego miejsca na drugie. Jeżeli do tego celu nie może być użyty parowóz, muszą być zastosowane jakieś inne urządzenia przetokowe. Wagony stojące pomiędzy innymi pociągami nie dadzą się przetaczać parowozem bez dodatkowych objazdów z miejsca postoju na miejsce przeładunku. Używane bywają w tych wypadkach kołowroty, które mogą przesuwać wagony bez żadnych przeszkód za pomocą liny.

Przetaczanie przy pomocy kołowrotów jest znacznie tańsze niż parowozem przetokowym, gdyż w czasie przerw w pracy lub postoju parowóz musi być wraz z jego obsługą w pogotowiu i pod parą, zaś urządzenie kołowrotowe może obsługiwać nawet niefachowiec, który w czasie przerw może być użyty do innych prac. Specjalnie ekonomiczne są urządzenia do przetaczania za pomocą liny bez końca (zamkniętej); zaoszczędzają one około 75% kosztów na obsłudze i zmniejsza opłaty za postój wagonów wskutek szybkiego przetaczania wagonów do miejsc załadowczych lub wyładowczych.

W urządzeniach tych stosowane są tak zwane *kabestany*, czyli obrotowe pionowe bębny, napędzane silnikiem. Lina pociągowa zostaje kilkakrotnie owinięta wokół tego bębna.



Rys. 1

Tarcie opasania, które występuje pomiędzy liną i bębnem powoduje naciąg liny na ciągnącym końcu z siłą S_1 — zależną od wielkości siły S_2 przyłożonej na ciągnionym końcu liny. Siła S_1 jest wielokrotnie większa od S_2 w zależności od kąta opasania.

Na rysunku 1 przedstawione są siły działające na linę. Stosunek sił ciągnących równa się:

$$\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu_0 \alpha}$$

W tym równaniu wielkość: α jest teoretyczną miarą (w radianach) kąta opasania. Dla wyliczenia jej wartości przy znanej mierze kątowej w stopniach trzeba posłużyć się wzorem:

$$\alpha = \frac{2\pi \cdot \alpha^0}{360^0} = \frac{\alpha^0}{57,3}$$

Spółczynnik tarcia między bębnem i liną wynosi $\mu_0 = 0,13$.

Tablica daje wartości $e^{\mu_0 \alpha}$ dla różnych wartości α

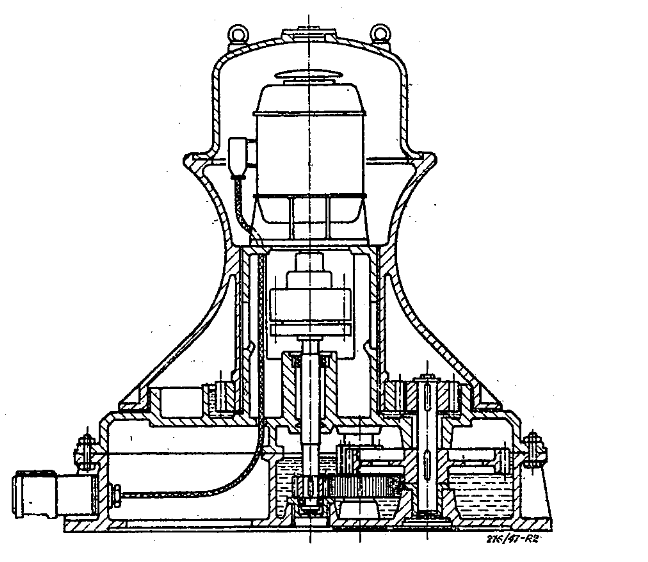
Wartość $e^{\mu_0 \alpha}$ dla 1 ÷ 4-krotnego opasania przy $\mu_0 = 0,13$.

$\alpha =$	2π	3π	4π	5π	6π	7π	8π
$e^{\mu_0 \alpha}$	2,243	3,37	5,057	7,584	11,37	16,92	25,6

Przy danej sile pociągowej np. $S_1 = 1000$ kG i 4-krotnem opasaniu ($4 \times 2\pi = 8\pi$) wynika wielkość siły S_2, wynosząca:

$$S_2 = \frac{S_1}{e^{\mu_0 \alpha}} = \frac{1000}{25,6} \approx 39 \text{ kG}$$

Siła ta musi być wywołana przez ręczne ciągnienie liną lub przez bęben nawijający, ażeby otrzymać równowagę sił, a więc: $S_1 = S_2 \, e^{\mu_0 \alpha}$.

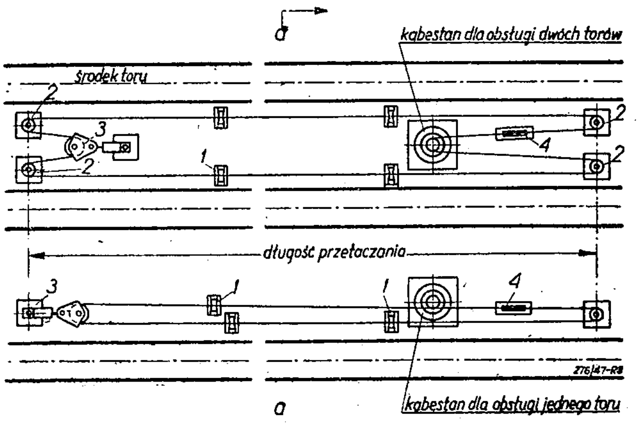


Rys. 2

W celu zwiększenia sprawności jak i ekonomiczności pracy kabestanu w ruchu przetokowym stworzono specjalną konstrukcję, która odpowiada współczesnym wymaganiom stawianym urządzeniom przetokowym za pomocą liny bez końca. Wiadomym było zawsze, że kabestany w stosunku do kołowrotów z nawijaniem liny na bęben miały większe zalety, jednak były mało używane z powodu ich niewygodnej budowy, ponieważ silnik i cały napęd musiał być umieszczony w żeliwnej skrzyni pod ziemią. Do tego dochodziły wysokie koszta nabycia i wykonania fundamentów.

Dopiero przy budowie kabestanów elektrycznych zostały powyższe trudności pokonane. Jak widać z przekroju na rys. 2 silnik, sprzęgło i przekładnie napędowe umieszczone są pod głowicą bębna kabestanu. Przy tej budowie zbędne są

budki ochronne, prowadzenie lin pod szynami, wszelkie rowy fundamentowe oraz zmniejszają się koszty nabycia. Ta konstrukcja pozwala na wygodne ustawienie urządzenia pomiędzy torami i ułatwia obsługę i utrzymanie.

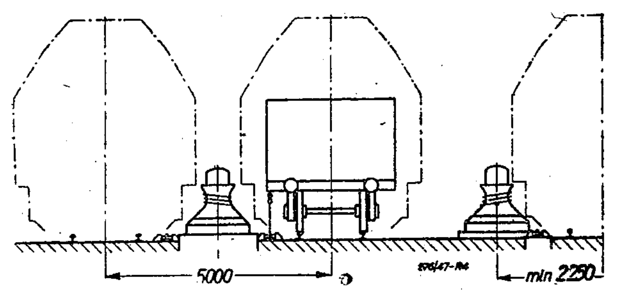


Rys. 3

Ze względu na te zalety, kabestany elektryczne mogą znaleźć powszechniejsze zastosowanie w urządzeniach przetokowych, a przede wszystkim na przykład na kopalniach pod sortownią węgla, gdzie posuwanie wagonów jest stale potrzebne.

Elektryczne kabestany mogą być również użyte jako dźwigarki wyciągowe lub budowlane. Budowane są również kabestany o bębnach leżących.

Rys. 3 przedstawia plan całkowitego urządzenia przetokowego za pomocą liny bez końca dla obsługi jednego i dwóch torów elektrycznymi kabestanami, w skład którego wchodzą: rolki podpierające „1", rolka zwrotna „2", rolka napinająca „3" oraz stojak rolkowy „4" dla odprowadzenia i hamowania liny.



Rys. 4

Przekrój a — a przez tory umieszczony jest na rys. 4, z którego widać rozmieszczenia kabestanów między torami.

Uruchomienie jednego urządzenia dla obsługi dwóch torów jednym kabestanem nastąpi jeszcze w tym roku w Fabr. Sztucznego Jedwabiu w Tomaszowie Mazowieckim.

Urządzenie to dostarczy Huta Zgoda dla długości przetaczania do 160 m o sile pociągowej 1000 kG przy szybkości $v = 0,3$ m/sek.

Organizacja Biur Konstrukcyjnych

Inż. ZDZISŁAW RYTEL

Rozwój Biur Konstrukcyjnych polskiego przemysłu w okresie przedwojennym. Warunki odbudówy Biur Konstrukcyjnych po wojnie. Zadania Biur Konstrukcyjnych. Organizacja Biur Konstrukcyjnych. Skład Biura Konstrukcyjnego.

Okres naszego życia przemysłowego w latach przedwojennych zaznaczył się szczególnym rozwojem Biur Konstrukcyjnych i znaczeniem, jakie one zaczęły przyjmować w różnych gałęziach technicznych. Po zerwaniu z bezkrytycznym naśladownictwem obcych wzorów, poprzez aż nadto długą pracę w oparciu o obce licencje, przemysł nasz w znacznej części zaczął przechodzić na produkcję opartą o rodzime i oryginalne konstrukcyjne opracowania. Ten naturalny rozwój myśli twórczej i jej realizacji został przerwany działaniami wojennymi i ich następstwami, tak że obecnie organizację placówek konstrukcyjnych należało rozpoczynać bez mała od samych podstaw.

Jednocześnie konieczności gospodarcze zmuszały do szybkiego i samodzielnego tym razem rozwiązywania zagadnień konstrukcyjnych, mimo że organizacja Biur powstawała w warunkach szczególnie utrudnionych, z których najważniejsze streszczam poniżej.

1. Każde Biuro Konstrukcyjne uzyskuje poziom techniczny dopiero po pewnym okresie działania, w czasie którego wykształcają się, bardziej potrzebne niż w innych dziedzinach pracy, nastrój solidarnej pracy, określone schematy i metody działania, dobór znanych i sprawdzonych czynników technicznych, słowem wszystko to co daje się określić słowem t r a d y c j a — w dobrym jego znaczeniu; prawdopodobnie na palcach dadzą się policzyć te Biura Konstrukcyjne w Polsce, które zachowały po burzy wojennej swój dorobek zwyczajowy.

2. Każde B i u r o K o n s t r u k c y j n e niezależnie czy rozwiązywało dane zagadnienia samodzielnie, czy w oparciu o licencję, posiadało wielki kapitał w postaci archiwalnego zbioru rysunków, schematów, tablic, danych technicznych, spółczynników itp., który przynosił w pracy konstrukcyjnej olbrzymie ułatwienia, skracając wielokrotnie czas opracowania przez wprowadzanie do aktualnych rozwiązań gotowych już elementów bądź całych zespołów. I w tym przypadku tylko nieliczne biura mogły uratować swoje archiwa, przeważnie z chwilą rozproszenia się właściwego personelu ginął i cały nagromadzony materiał.

Natomiast niepowetowaną stratą stało się niedostateczne zabezpieczenie we właściwym czasie tej cennej dokumentacji technicznej, jaka pozostała po okupancie, a która na skutek niezrozumienia jej wartości przez pierwsze nie zawsze

kompetentne czynniki administracyjne w większości wypadków została niewykorzystana i uległa zniszczeniu.

3. Przemysł nasz nawet w sprzyjających warunkach rozwoju, dzięki niezrozumiałej i przesadnej obawie przed wprowadzeniem do produkcji własnych koncepcji konstrukcyjnych nie wykształcił w okresie przedwojennym dostatecznej ilości sił fachowych, względnie kształcił je ogromnie nierównomiernie.

Naogół przemysł państwowy i przemysł prywatny, pracujący na zamówienia państwowe, dbał o stworzenie zastępu wykwalifikowanych konstruktorów nie cofając się nawet przed delegowaniem osób na wybitniejszych do ośrodków przodujących w technice danej gałęzi, natomiast inne kategorie przemysłowe nadal ograniczały się do najmniejszych w tym kierunku nakładów, co w rezultacie mogłoby postawić kraj nasz w ścisłej zależności od czynników obcych w tej dziedzinie.

Jak w każdej specjalności, tak i wśród konstruktorów działania wojenne i eksterminacyjna polityka okupanta przyniosły wielki ubytek sił fachowych, co jest tym bardziej groźne, że pozostali najczęściej byli od właściwego pola pracy w okresie wojennym odsunięci i w rezultacie wielu kierunek dotychczasowej pracy porzuciło. W związku z zamknięciem technicznych szkół wyższych w kraju i ogólnym obniżeniem poziomu nauczania w szkolnictwie zawodowym okres wojenny nie pozwolił również uzupełnić braków osobowych w stopniu dostatecznym.

W rezultacie podjęcie pracy konstruktorskiej w chwili obecnej spotkało się z tak uszczuplonym zespołem specjalistów, że z konieczności należało zająć się przyśpieszonym szkoleniem sił konstruktorskich.

Zadania Biur Konstrukcyjnych.

Pewne utarte zwyczaje wykształcone w warunkach polskich spowodowały, że Biura Konstrukcyjne przejęły z ogólnego programu prac przygotwawczych obszerny zakres działań, który w streszczeniu daje się przedstawić w sposób niżej podany.

Do zadań większości Biur Konstrukcyjnych zaliczamy:

1. Zaopatrywanie produkcyjnych działów fabryk w wyczerpującą dokumentację, na jaką składają się: wykazy części, rysunki wykonawcze i rysunki montażowe; materiał ten stanowi podstawę dla:

— zestawienia zapotrzebowań materiałowych,

— opracowań warsztatowych, dokonywanych w tzw. Biurach Fabrykacyjnych bądź Warsztatowych,

— właściwej produkcji w warsztatach, gdzie stanowią podstawę wykonywania przepisanych zabiegów operacyjnych,

— do fabrycznej kontroli międzyoperacyjnej i ostatecznej.

2. Zaopatrywanie wydziałów prowadzących wstępną kalkulację i obliczanie kosztów własnych w odpowiednią dokumentację, służącą do opracowań ofertowych.

3. Zaopatrywanie Wydziałów sprzedaży w materiał katalogowy, opisy techniczne, wskazówki użytkowania, przepisy obsługi itp.

Najpoważniejszym owocem działalności Biur są przede wszystkim rysunki, które zależnie od warunków i tematu opracowania stanowią alternatywnie:

— własne oryginalne koncepcje konstrukcyjne,

— opracowania oparte o obce projekty w postaci rysunków lub wzorów, i dostosowane do danych konieczności technicznych bądź warunków sprzedaży,

— przyjęte bądź zakupione opracowania rysunkowe, przy czym w tym przypadku Biuro ogranicza się do dostosowania tych opracowań jedynie pod względem formalnym, tj. do zmiany napisów, oznaczeń, symbolów itp.

Bardzo ważnym dokumentem technicznym jest wykaz części, tzw. popularnie lista części, obejmujący w określonym uporządkowaniu spis wszystkich elementów, składających się na daną konstrukcję z podaniem symbolu i nazwy elementu, ilości jednostek, rodzaju i stanu materiału, z którego są one wykonane, i innych umówionych cech każdego elementu. Zależnie od charakteru konstrukcji i pewnej zwyczajowości w danej gałęzi produkcyjnej wykazy części mogą być sporządzane dwojako, a mianowicie:

— wykazy stanowią odrębne opracowanie, oddzielnie i niezależnie od rysunków broszurowane, obejmujące, stosownie do umowy, nie tylko pospolity spis części, ale wykazy zbiorcze elementów znormalizowanych, wykazy tych części, które występują w określonych zestawieniach, czyli tzw. podzespołach, wykazy, obejmujące wiązane ugrupowania części, czyli tzw. zespoły itd.

— wykazy zamieszczane są bezpośrednio na rysunkach, zaś rysunki w tym przypadku nie dotyczą części indywidualnych, lecz obejmują określone zestawienia; całość konstrukcji ujmuje zwykle osobno broszurowany wykaz rysunków odpowiednik wykazu części, który jest spisem, przy określonym uporządkowaniu zespołów wszystkich rysunków danego obiektu.

Inne opracowania Biur Konstrukcyjnych, jak opisy techniczne, przepisy użytkowania, katalogi itp. wiążą się ściśle z pracami konstrukcyjnymi Biura i są poważnym jego obciążeniem. Szczególnie ważnym jest w tej kategorii prac układanie katalogów i spisów części zamiennych, które, w miarę wprowadzania zmian w seriach produkcyjnych, muszą być prowadzone metodycznie i z całą pedanterią, by zapewnić użytkownikom racjonalne i bezbłędne wykorzystanie dostarczonego przez wytwórcę sprzętu.

Organizacja Biura Konstrukcyjnego.

Aby przy odpowiedniej wielkości zakładu przemysłowego wymieniony program prac mógł być wypełniony, skład personalny Biura musi być dostatecznie rozbudowany, przy czym podział stanowisk daje się ustalić następująco:

Kierownictwo Biura,

Rzeczoznawcy,

Prowadzący grupy konstruktorskie,
Personel konstruktorski,
Personel pomocniczy,
Personel administracyjny i usługa.

Analiza poszczególnych pozycji pozwoli postawić następujące bliższe określenia:

1. Kierownictwo Biura powierzane jest zwykle doświadczonemu inżynierowi, specjaliście w zakresie danej produkcji; do obowiązków Kierownika Biura należy:

— układanie programu prac dla poszczególnych grup konstrukcyjnych i dla rzeczoznawców; przy prawidłowym układzie stosunków Kierownik Biura ustalać powinien ponadto podstawowe wytyczne dla projektów, szczególniej gdy opracowanie dotyczy konstrukcji prototypowej,

— dobieranie personalnego składu grup, który dla każdego zagadnienia może być inny,

— ustalanie i przestrzeganie terminów opracowań,

— sprawdzanie prac konstruktorskich w toku ich powstawania, a wszczególności ostateczna ich kontrola, połączona z zatwierdzeniem opracowań i przeznaczeniem ich do wykonania,

— koordynacja prac poszczególnych grup Biura,

— dozór nad administracją Biura.

O ile Biura Konstrukcyjne obsługują zakłady o różnorodnej produkcji, bądź przeznaczeniem ich jest jednoczesne projektowanie kilku np. prototypów, muszą być więc bardziej rozbudowane, a kierownictwo Biura w tym wypadku składa się często z kilku osób, które poszczególne kompetencje dzielą między sobą.

2. Rzeczoznawcy są to zwykle inżynierowie odpowiednich specjalności, do których należy samodzielne prowadzenie określonych zagadnień technicznych przy pomocy stałego bądź doraźnie przydzielonego personelu.

Najczęściej we współczesnych organizacjach przemysłowych zostają wyodrębnione w Biurach Konstrukcyjnych następujące zagadnienia:

a. Zagadnienie materiałowe, powierzone specjaliście o kierunku wykształcenia technologicznym, do którego zadań należy zestawienie doboru materiałów konstrukcyjnych, półfabrykatów i innych tworzyw wyjściowych, opiniowanie zmian konstrukcyjnych na tle możliwości zastosowania danego surowca i jego technologicznych własności, a w dalej idących przypadkach, o ile Biuro dysponuje odpowiednimi urządzeniami badawczymi, dobieranie nowych materiałów o innej korzystniejszej charakterystyce.

b. Zagadnienie normalizacyjne, powierzane zwykle starszemu, doświadczonemu pracownikowi Biura, którego obowiązkiem jest opracowywanie dla całego Biura metod pracy, dobór jednakowych elementów pospolitego zastosowania, przestrzeganie w opracowaniach konstrukcyjnych ustalonych metod wytwarzania i stosowanie znormalizowanych elementów.

c. Zagadnienia obsługi, które rozwiązywane są przez doświadczonego pracownika wytwórni, zaznajomionego ze stroną użytkową produkowanych konstrukcji, obowiązkiem jego jest dostarczanie użytkownikom dostatecznej dokumentacji instrukcyjnej w postaci opisów technicznych, wskazówek obsługi i użytkowania, schematów, tablic i tym podobnych danych, umożliwiających zaznajomienie się z konstrukcją sprzętu i jego działaniem oraz z nieodzownymi zabiegami konserwacyjnymi i czynnościami naprawczymi.

Bardzo odpowiedzialnym zadaniem tego działu Biura jest zestawienie katalogów części zamiennych, które powinny wyróżnić odpowiednie serie konstrukcyjne i stanowić stale aktualny zbiór danych.

Przy większej rozbudowie Biur Konstrukcyjnych ilość wyodrębnionych zagadnień jest jeszcze większa, zależnie od dziedzin, z którymi związana jest produkcyjna strona danej wytwórni. Charakterystycznym przykładem takiego związku jest dajmy na to w produkcji samochodów zagadnienie elektrotechniczne, ze względu na specjalną i posiadającą szczególne znaczenie instalację elektryczną; przedmioty tej instalacji nie są zazwyczaj produktem odnośnych Zakładów, tym nie mniej dobór instalacji i rozwiązanie złączonych z nią zagadnień musi być w tym przypadku powierzone rzeczoznawcy - elektrykowi.

Stanowisko rzeczoznawcy zajmują również w Biurach Konstrukcyjnych matematycy, nieodzowni w tych przypadkach, o ile opracowania Biura muszą być bazowane na szczegółowych obliczeniach dokonywanych na poziomie, który wymaga wyższej biegłości matematycznej niż ją posiada przeciętny konstruktor.

W nowoczesnych organizacjach przemysłowych rzeczoznawcy wywierają bardzo silny wpływ na przebieg spraw w wytwórni, ich zakres działania wybiega często poza Biuro i rozszerza się nawet na działy produkcyjne.

3. Prowadzący grupy konstrukcyjne są powoływani z pośród najbardziej wykwalifikowanego personelu konstruktorskiego i prowadzą pracę określonych ugrupowań (zwykle od 2-ch do 5-ciu w danym Biurze Konstrukcyjnym względnie przy bardzo licznym personelu konstrukcyjnym w danym dziale Biura), składających się, zależnie od organizacji Biura, z 3-ch do 7-miu (rzadko wyżej) pracowników w jednym ugrupowaniu. Do obowiązków prowadzącego grupę należy: opracowanie szkicowe powierzonego tematu, rozdzielenie prac szczegółowych wśród personelu grupy, dokładne sprawdzenie rysunków, sporządzanie wykazów części, opracowanie opisów technicznych itp. oraz udzielanie pomocy innym grupom i referentom Biura w zakresie swojej specjalności.

Dobór prowadzących poszczególne grupy nie jest stały i bywa zmieniany w zależności od zadań, jakie powierza się danej grupie, też doraźnie często dobranej. Harmonijny przebieg pracy grupy konstruującej zależy ogromnie od osoby prowadzącego, jego wiadomości fachowych i opanowania przedmiotu, ale też i w nie mniejszej mierze od jego taktu i umiejętności postępowania.

4. Personel konstruujący składa się, według ustalających się już pojęć, z następujących kategorii pracowników:

Starsi konstruktorzy,
konstruktorzy,
młodsi konstruktorzy.

Do pierwszej kategorii należą inżynierowie bądź technicy, posiadający przewidziane studia naukowe oraz długoletnią praktykę zawodową; stopień starszego konstruktora pracownicy otrzymują w zależności od osobistych kwalifikacji i lat pracy; ze stopniem tym związane są oczywiście wyższe płace. Do drugiej kategorii należą inżynierowie bądź technicy o odpowiednich kwalifikacjach, posadający dostateczne doświadczenie. Do obowiązków wykwalifikowanego personelu konstrukcyjnego należy samodzielne rysunkowe opracowywanie zespołów bądź poszczególnych elementów konstrukcyjnych łącznie z obliczeniem, dającym podstawę wymiarowania i dobierania kształtów, wyznaczanie materiałów, rodzaju obróbki i wykończenia, ustalanie pasowań i tolerancji wykonawczych.

W ramach danego ugrupowania wymienieni współpracują z prowadzącym grupę w zakresie układania wykazów części, tworzenia opisów technicznych itp. oraz sprawdzają opracowania dokonane przez personel młodszy.

Do trzeciej kategorii są zaliczani młodsi inżynierowie, nie posiadający praktyki oraz technicy przeciętnych kwalifikacji; pracownicy ci w ramach danego ugrupowana, opracowują elementy określonych zespołów konstrukcyjnych w zakresie dostosowanym do ich przygotowania, wiadomości i uzdolnień; w szczególności do ich zadań należy rysowanie detali (stąd często nazywani d e t a l i s t a m i), bądź zestawień kontrolnych, wykresów wg danych obliczeń, schematów itp. O ile podstawą rysunku jest wzorzec, do obowiązków młodszego konstruktora należy przeprowadzenie pomiarów i wykonanie całkowitego rysunku; w przypadkach szczególnej odpowiedzialności, jak np. ustalenie profilu zazębienia, korekcji kół zebatych, zarysu gwintu itp. pomiaru dokonuje w porozumieniu z prowadzącym grupę.

W początkowym okresie pracy, personel tej kategorii używany jest również do kopiowania rysunków.

5. P e r s o n e l p o m o c n i c z y, na który składają się:

— r y s o w n i c y, umiejący wykonać rysunek składowej części lub fragmentu zestawionego w perspektywie tak, by mógł on stanowić ilustrację opisu instrukcji, katalogu itp. i był zrozumiały dal ludzi nie mających technicznego przygotowania. Wskazanym jest również, aby rysownicy posiadali pewne wyrobienie artystyczne, rozszerza to ogromnie zakres ich wykorzystania, szczególniej przy opracowaniu katalogów bądź materiałów reklamowych.

— k r e ś l a r z e, umiejący wykonać zgodnie z prawidłami kreśleń technicznych rysunek na podstawie odręcznego szkicu lub wzorca z zachowaniem przyjętych sposobów oznaczeń i symboli. Bardziej wykształceni kreślarze pełnią często funkcje młodszych konstruktorów, o ile przedmiot rysunku nie nastręcza większych trudności. W B i u r a c h K o n s t r u k c y j n y c h mniej rozbudowanych tak dobiera się skład sił pomocniczych, aby można było bardziej uzdolnionemu kreślarzowi powierzać również funkcje rysownika.

— k o p i ś c i, umiejący wykonać rysunek na podstawie istniejącego rysunku, który przenosi się przez odmierzanie wymiarów lub kopiowanie przy użycu kalki; do tej kategorii pracowników używa się często kobiet, posiadających odpowiednie przygotwanie w umiejętności rysowania.

Od wykwalifikowanego kopisty wymaga się pewnej kontroli poprawności rysunku, kształtów i stawiania wymiarów.

6. P e r s o n e l a d m i n i s t r a c y j n y jest dobrany stosownie do wielkości B i u r a i zakresu jego działania.

W ogólnym schemacie gospodarkę B i u r a K o n s t r u k c y j n e g o można scharakteryzować następująco:

— zaopatrywanie wymienionych na początku artykułu działów wytwórni, które polega na umówionym systemie przekazywania rysunków, najczęściej w miarę ich powstawania, do odpowiedniej jednostki rozdzielczej wytwórni; szczególniej ważną jest organizacja przekazywania i rozdziału zmian rysunkowych, wprowadzanych do bieżących serii produkcyjnych;

— organizacja i administrowanie archiwum rysunkowym, które powinno zawierać opracowania w postaci oryginalnej (tzw. o r y g i n a ł y), umożliwiające powielanie, do jakich zaliczamy arkusze rysunkowe, arkusze wykazu części, norm, klisze do katalogów, instrukcji, opisów itp., oraz mieścić komplety odbitek wszystkich opracowań Bura Konstrukcyjnego dla bieżącego użytku personelu Biura,

— prowadzenie gospodarki materiałami B i u r a, do których zaliczamy przyrządy kreślarskie przyrządy pomiarowe, maszyny do liczenia, pisania lub powielania oraz właściwy materiał rysunkowy.

Do tego działu należy najczęściej prowadzenie B i b l i o t e k i B i u r a (która wielokrotnie jest biblioteką wytwórni), zawierającej podstawowe działy naukowe danej dziedziny technicznej oraz wyczerpujący materiał pomocniczy jak t. zw. kalendarze techniczne, katalogi, czasopisma, zbiory norm, wydawnictwa własne i innych Zakładów o zbliżonym charakterze przemysłowym.

— prowadzenie wyświetlarni, która w obecnej organizacji przemysłowej centralizuje najczęściej powielanie rysunków całej wytwórni, tak że zaspakaja nietylko potrzeby B i u r a K o n s t r u k c y j n e g o, lecz i zapotrzebowanie innych działów; wyświetlarnię w tym ostatnim przypadku należy uważać jako jednostkę produkcyjną, która nawet powinna prowadzić odrębną księgowość celem właściwego obciążania poszczególnych działów zakładu kosztami rysunków,

— sekretariat, do którego obowiązków należy dokonywanie w myśl wskazań kierownictwa rozdziału korespondencji, rejestrowanie korespondencji, przesyłanie listów, prowadzenie archiwum korespondencji itp.

Odnośnie wewnętrznych spraw B i u r a sekretariat powinien zbierać tygodniowe bądź miesięczne sprawozdania zatrudnienia, prowadzić ewidencję zamówień i poleceń, wypełniać zgod-

nie z organizacją Zakładu sprawozdania, raporty itp.

Skład Biura Konstrukcyjnego.

Skład Biura Konstrukcyjnego i jego liczebność uzależniona jest w typowych przypadkach od wielkości Zakładu Przemysłowego z którym ono jest organizacyjnie związane; zależy również od charakteru produkcji tego Zakładu, gdyż ona wymaga odpowiedniego nakładu prac konstrukcyjnych.

Poniżej podaję porównawcze stany składu Biura Konstrukcyjnego dla trzech charakterystycznych typów Zakładów średniej wielkości o dziennej zdolności produkcyjnej około 1500 ÷ 2000 maszynogodzin i o programie ujednoliconej wytwórczości, oparte na moich osobistych spostrzeżeniach i doświadczeniach, w pierwszym rzędzie z okresu przedwojennego.

	Typ I	Typ II	Typ III
Kierownictwo	1	1	1
Rzeczoznawcy	1	2	3
Prowadzący grupy konstrukcyjne	2	3	4
Starsi konstruktorzy	1	2	2
Konstruktorzy	1	2	3
Młodsi konstruktorzy	2	3	5
Rysownicy	—	1	1
Kreślarze	1	2	3
Kopiści	2	2	2
Archiwista	1	1	1
Rozdział i ewidencja rysunków	—	1	1
Inwentaryzacja — magazyn	—	—	1
Wyświetlarnia	1	1	2
Maszyny do pisania	—	1	1
Sekretariat	1	1	1
Usługa	1	1	2
Razem	15	24	33

Typ I Do tego typu należą wytwórnie produkujące armaturę, pospolite typy urządzeń transportowych, znormalizowany sprzęt kolejowy, wyposażenie instalacyjne fabryk przetwórczych itp.

Typ II Do tego typu należą wytwórnie produkujące sprzęt kolejowy, jak wagony osobowe specjalne, lokomotywy, obrabiarki w klasycznych postaciach, sprzęt motorowy, silniki (w oparciu o licencje lub wzorce) oraz fabryki wytwarzające bardziej doskonałe urządzenia przemysłowe.

Typ III Do tego typu należą zakłady przemysłu lotniczego, samochodowego, obrabiarkowego o wszechstronnej produkcji, maszynowego itp. produkujące zasadniczo własne, oryginalne konstrukcje.

W obecnych warunkach, kiedy wiele Zakładów i organizacji przemysłowych rozpoczyna swoją pracę od początku i wiele wysiłku poświęcić musi przygotowaniu produkcji, a Biura Konstrukcyjne zbieraniu wszelkiego rodzaju materiałów — stan liczbowy Biur winien by ulec powiększeniu do 50% w stosunku do liczb podanych.

Od Redakcji:

Powyższy artykuł jest osobistym poglądem Autora opartym na wieloletnim Jego doświadczeniu w tej dziedzinie. Zagadnieniu biur konstrukcyjnych poświęca C.Z.P. Met. wiele uwagi i oprócz biur konstrukcyjnych w większości fabryk, istnieje 14 centralnych biur konstrukcyjnych przy Zjednoczeniach. Wkrótce ukaże się instrukcja dla biur konstrukcyjnych przy fabrykach i dla biur centralnych. Instrukcje te opierając się na obecnym dwu i półletnim doświadczeniu i uwzględniając opinię rzeczoznawców, ujmą to zagadnienie całkiem wszechstronnie".

Nowości Wydawnicze

Nakładem INSTYTUTU WYDAWNICZEGO SIMP ukazały się następujące książki:

Inż.-mech. Kazimierz Ochęduszko pt. „KOŁA ZĘBATE W PRZYSTĘPNYM ZARYSIE". Tom I, Konstrukcja kół zębatych. Format A5, stron XVI + 216, rysunków 123, tabel XXV. Cena zł 500.—.

Książka ta, stanowiąca pierwszą w literaturze polskiej monografię z tej dziedziny, ze względu na nowoczesne i przystępne ujęcie tematu, powinna się znaleźć w ręku każdego konstruktora i warsztatowca.

Inż.-mech. Marian Wakalski „SKRAWANIE NARZĘDZIAMI ZE STOPÓW SPIEKANYCH" Format A5, stron XV, + 127, rysunków 127, tabel XXVIII. Cena zł 300.—

Książka ta, podająca opis procesów wytwarzania nakładek ze stopów spiekanych, zasadniczych konstrukcyj i konkretnych przykładów narzędzi z nakładkami oraz zasady właściwego stosowania tych narzędzi, zawiera wiele cennych wskazówek dla wszystkich interesujących się obróbką skrawaniem.

DZIAŁ ODLEWNICZY

Perspektywy rozwojowe odlewnictwa lekkich stopów

W. C. DEVEREUX F. R. Ae. S. (Anglia)

Na dorocznym zgromadzeniu *Institute of British Foundrymen* w dn. 16.VI.1945 — *W. C. Devereux* znany i wybitny fachowiec angielski w dziedzinie lekkich metali, który w okresie pierwszej wojny światowej wespół z *W. Rosenhainem i S. L. Archbuttem* opracował i ulepszył stop „Y", a następnie, w okresie międzywojennym doprowadził do znacznej doskonałości stopy typu „RR-Hiduminium", na prośbę Instytutu Brytyjskich Odlewników wygłosił odczyt, tytuł którego podaliśmy w nagłówku.

Odlewnicy polscy, którym wypadło pracować w zakresie odlewów ze stopów aluminiowych dla potrzeb lotnictwa, pamiętają dobrze, że wciągnięty w orbitę zainteresowań naszych w dziedzinie stopów lekkich, już w roku 1932, umieścił na łamach „Przeglądu Technicznego" artykuł o „Lekkich stopach typu Hiduminium". Do r. 1939 ściśle współpracował on na tym polu z nami i niejeden z kolegów odlewników przypomni sobie wyjazdy do Anglii do odlewni firmy „*High Duty Alloys*" *Slough*, kierowanej przez niego, do odlewni firm *Rolls-Royce, Bristol* i szeregu innych, wstęp do których on ułatwiał w celu studiowania nowoczesnych metod odlewniczych, szczególnie w zakresie produkcji części silników lotniczych. Staje się on naszym wypróbowanym przyjacielem i doradcą w zakresie pokonywania trudności tej specjalności, kieruje do nas swoich młodszych współpracowników teoretyków i praktyków i zarówno w dziale odlewnictwa i plastycznej przeróbki lekkich stopów oddaje nam dużą pomoc.

Za pomoc tę, jako jeden z nielicznych anglików, zostaje w r. 1938 odznaczony oficerskim krzyżem „Polonia Restituta".

Po ukazaniu się wspomnianego wyżej referatu, w zbiorze „*Proceedings of the Institute od British Foundrymen*" rocznik 1944—45, zwróciłem się do *p. W. C. Devereux* z prośbą o nadesłanie artykułu na poruszony temat dla odlewników polskich. Wkrótce nadesłany został obszerny elaborat oparty na pracy opublikowanej, lecz nieco zaktualizowany wraz z szeregiem fotografii ilustrujących treść referatu oraz serdeczne pozdrowienia dla tych wszystkich odlewników polskich, którzy pamiętają go z okresu częstych pobytów w Warszawie w okresie r. 1930—1938. Wdzięczni jesteśmy za jego stałą sympatię dla polskich odlewników i gotowość dalszego informowania nas, o postępach pracy w odlewnictwie stopów lekkich.

Wobec znacznej objętości pierwotnego referatu podaję go, za zgodą autora, w pewnym skrócie, mając obawę, że niektóre zagadnienia nie będą oświetlone wyczerpująco, a niektóre problemy wogóle nie będą poruszone.

K. Gierdziejewski

Referat ten zacząłem opracowywać w chwili, gdy główną troską nas wszystkich było zwycięskie zakończenie wojny. Postanowiłem więc przedstawić pokrótce niektóre osiągnięcia przemysłu lekkich metali w okresie wojny i podzielić się opinią, jaką mogłem sobie wyrobić o powojennych perspektywach tego odcinka przemysłu odlewniczego z którym jestem najbardziej złączony.

Muszę poruszyć jednak temat nieco ogólniejszy, ponieważ ani odlewnictwo lekkich stopów, ani przemysł odlewniczy wogóle, a nawet cały angielski przemysł metalowy nie ma odrębnej przyszłości: są one częścią całego przemysłu brytyjskiego, a poza tym pozostają pod silnym wpływem przemysłu i handlu światowego.

Wojna ciężko naruszyła nasze narodowe zasoby. Po raz pierwszy staliśmy się narodem dłużników, a to jeszcze w chwili, gdy przyjęliśmy na siebie nowe obowiązki w zakresie zwiększonych usług społecznych, reform socjalnych, reform wychowania i wielu innych. Aby sprostać tym zobowiązaniom trzeba będzie olbrzymiego wysiłku dla podniesienia wydajności przy naszych ograniczonych możliwościach pod względem sił roboczych i kapitału. Zwiększenie wydajności może być osiągnięte jedynie przez podniesienie sprawności, tj. przez podniesienie ilości wytwarzanych dóbr na jedną robotnikogodzinę.



Rys. 1. Widok ogólny hali odlewniczej z szeregiem pirometrów wmontowanych w podłogę odlewni.

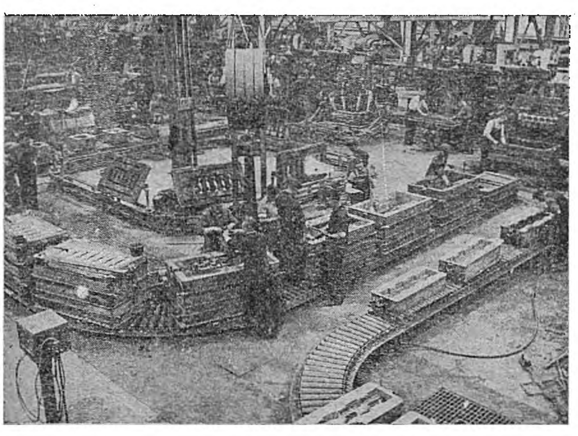
Niedawno opublikowane cyfry wykazują, że przeciętnie robotnik amerykański wytwarza w godzinie dwa razy tyle dóbr co robotnik brytyjski. Jeżeli mamy współzawodniczyć w handlu międzynarodowym (a tylko w ten sposób możemy zapewnić sobie import najniezbędniejszych dla naszego utrzymania artykułów żywnościowych i surowców) musimy albo osiągnąć porównywalną z innymi wydajność, albo obniżyć naszą stopę życiową. Nie wydaje mi się, aby ktokolwiek chętnie widział tę drugą możliwość.

W czasie wojny przekonaliśmy się jak dalece można zwiększyć wydajność przy prawidłowym planowaniu na długą metę i przez entuzjastyczną współpracę kierownictwa z załogą w dążeniu do jasno określonego celu.

Jestem zdania, że te dwa czynniki muszą nadal istnieć i po wojnie. Musimy przekonać społeczeństwo nasze o pierwszorzędnej doniosłości zagadnienia zwiększenia wydajności każdej jednostki i wcielić świadomość że od tego zależeć będzie

w pierwszym rzędzie możliwość pełnego zatrudnienia wszystkich poszukujących pracy.

Podane wyżej cyfry porównawcze wydajności robotnika w U. S. A. i Wielkiej Brytanii są przeciętnymi dla całości przemysłu obu narodów. Mogę jednak stwierdzić na podstawie dokładnego zbadania warunków produkcji w odlewnictwie lekkich stopów, że nasze przodujące odlewnie o dużej wydajności, są co najmniej tak sprawne, jak ich odpowiedniki w Stanach Zjedn. A. P. Te wysokosprawne odlewnie, zorganizowane i wyposażone w czasie wojny powinny być uważane za doniosłe wkłady do naszego gospodarstwa narodowego. Należy przemyśleć dokładnie w jaki sposób mogą one być dostosowane do produkcji pokojowej, aby najsprawniejsze z nich, jeżeli nie wszystkie, pozostały nie naruszone. Mam tu na myśli nie tylko maszyny i urządzenia, lecz te wybitne zespoły kierowników, techników i fachowych rzemieślników, którzy osiągnięciami swymi wykazali zdolność do zorganizowania produkcji, zwiększenia wydajności i podniesienia jakości.



Rys. 2. Widok odcinka formierni górnej części karteru *„Merlin"*.

Prawdopodobnie wymagania gospodarki pokojowej będą bardziej złożone, niż wymagania wojenne; zapotrzebowanie na dobra zarówno inwestycyjne, jak i konsumpcyjne będzie bardziej zróżniczkowane, a ilości potrzebne nie będą takie, aby można było stosować metody produkcji masowej. Spodziewać się musimy odrodzenia mniejszych odlewni dla produkcji w niedużych seriach. Znalezienie równowagi pomiędzy człowiekiem-wykonawcą, a maszyną nie będzie łatwe i nie da się uchwycić odrazu i zgóry.

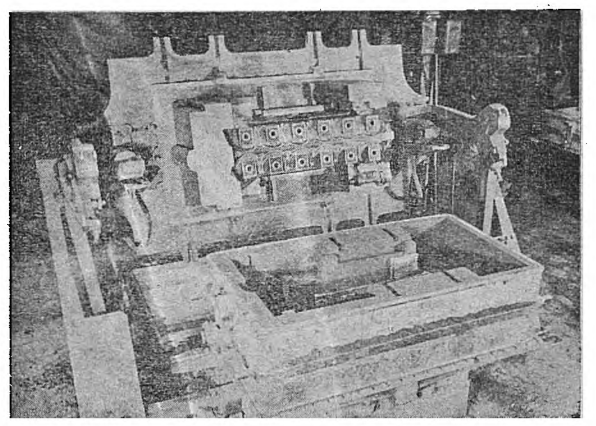
Osiągnięcia odlewnictwa lekkich stopów w okresie wojny na odcinku globalnej produkcji u nas w kraju przedstawiają się następująco:

	ton rocznie
w okresie lat 1924—1933 średnio około	10.000
w latach 1934—35 wzrost do przeciętnej ok.	15.600
w roku 1940	25.000
„ „ 1941	32.000
„ „ 1942	47.000
„ „ 1943	56.000
„ „ 1944	65.000

Struktura tego przemysłu w chwili szczytowej produkcji była w przybliżeniu następująca:

3 przedsiębiorstwa o produkcji każde 8000 t. dawało	ok. 25.000 t/r
8 przedsiębiorstw o produkcji 1000—5000 t dawało	ok. 16.000 t/r
130 odlewni stopów aluminium	ok. 20.000 „

Nakoniec około 500 odlewni, ubocznie produkujących odlewy aluminiowe, dawało ok. 4.000 t/r



Rys. 3. Maszyna formierska wraz z podniesionym modelem górnej części karteru silnika.

Odlewnictwo stopów magnezu wykazywało w r. 1936 ogólną produkcję ok. 400 ton. Szczytowa produkcja w r. 1944 była 8.400 t odlewów, tj. wzrosła przeszło 20-krotnie. Główną produkcją były odlewy bomb zapalających, odlewanych w kokilach w ilościach ok. 4.327.000 sztuk miesięcznie.

Charakterystyczną cechą okresu tego było również zwiększanie się wymiarów wykonywanych odlewów, jednak pamiętać trzeba, że główna część wyposażenia jakim dysponują angielskie odlewnie i na których oprzeć trzeba będzie produkcję powojenną, zaprojektowana jest głównie dla produkcji części lotniczych, a więc odlewów średnich i drobnych. Wyposażenie takie nadaje się dobrze do masowej produkcji odlewów dla budownictwa mieszkaniowego, sanitarii, budowy samochodów itp.



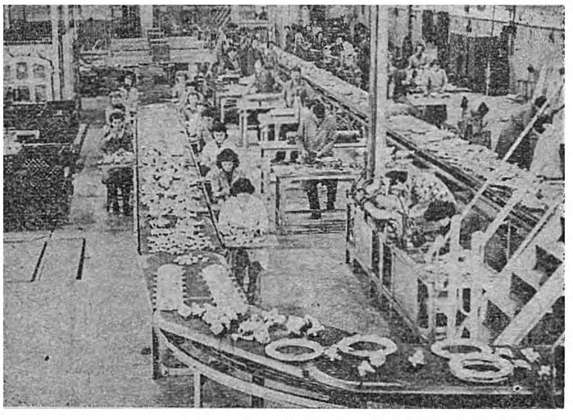
Rys. 4. Ogólny widok części odlewni kokilowej. Widoczne są piece, stanowiska pracy oraz transporter płytkowy z napędem mechanicznym. Całkowite zmechanizowanie.

Rzadsze względnie wyposażenia, nadające się do wykonania większych odlewów, będą cennym

wkładem w zakresie budowy obrabiarek i innych maszyn, budownictwa kolejowego i okrętowego.

Struktura przemysłu odlewniczego w zakresie lekkich stopów jest bardzo złożona i ogromnie zróżniczkowana, więc jest zupełnie niemożliwe dawać obecnie jakie- bądź wnioski ogólniejsze. Można przyjąć, że ponad 600 odlewni produkować będzie u nas odlewy aluminiowe, i że obecnie 70% całkowitej produkcji pochodzi z 12 firm.

Wskutek znacznie bardziej skomplikowanych metod produkcji odlewów ze stopów magnezu, ta gałąź produkcji staje się coraz bardziej zwarta, wymagając ostrej kontroli technicznej oraz kosztownych i skomplikowanych urządzeń. Kilka dużych odlewni pokrywa prawie całą produkcję krajową.



Rys. 5. Hala kontroli wymiarowej odlewów. Sprawdzone odlewy przechodzą do obróbki cieplnej.

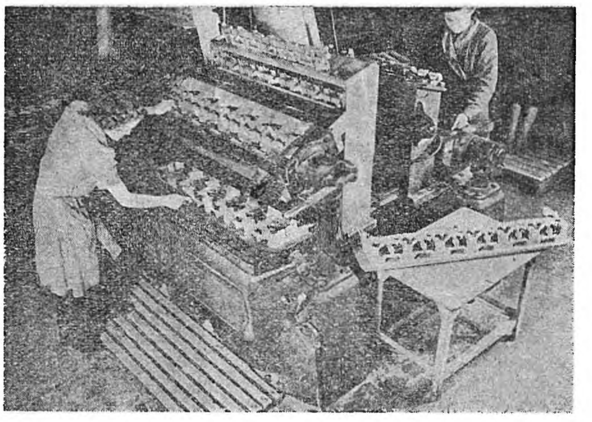
Uzupełniając powyższy obraz odlewnictwa aluminium, podam kilka zdjęć, aby przykładowo przedstawić sposób w jaki rozwiązano mechanizację w odlewniach tego rodzaju dla osiągnięcia bardzo wysokiej wydajności w warunkach ostrego braku wykwalifikowanych robotników w odlewniach. Zdjęcia odnoszą się do odlewni firmy *Renfrew Foundries Ltd w Glasgow*, zbudowanej w okresie wojny.

Na rys. 1 widzimy część urządzeń odlewni do wykonania form piaskowych. Możemy obserwować ustawienie formierek i transporterów oraz moment przygotowania form do odlewania.

Na rys. 2 widać przebieg formowania, montaż rdzeni i odlew górnej części karteru silnika lotniczego typu *Merlin* w tejże odlewni, — piękny przykład właściwego zastosowania maszyn i urządzeń oszczędzających pracę.

Na rys. 3 pokazana jest z bliska maszyna formierska wraz z modelem i częścią wykonanej formy dla tegoż odlewu i jasno przedstawiony jeden z etapów formowania.

Rys. 4 jest fotografią jednej z linii produkcyjnych w odlewni kokilowej w *Glasgow*, pierwszej całkowicie zmechanizowanej odlewni w zwykłych



Rys. 6. Rdzeniarka do skomplikowanych rdzeni głowicy cylindra. Robotnica przyuczona wykonuje na jedną zmianę 30 rdzeni wobec 6-ciu, wykonywanych przez kwalifikowanego rdzeniarza przy pracy ręcznej. Gotowy rdzeń widoczny jest na stole na prawo.

kokilach (formach metalowych) w Wielkiej Brytanii. Rys. 5 przedstawia dwie linie kontrolne odlewów po ich wyjściu z oczyszczarni.

Wszystkie te fotografie dają również pojęcie o nowoczesnym budownictwie w zakresie odlewni, o urządzeniach i rozplanowaniu ich i wykazują, że nowoczesna odlewnia jest warsztatem pracy w którym mogą istnieć obszerne, czyste i należycie oświetlone sale.

Nakoniec rys. 6 podaję, aby zilustrować co można osiągnąć, stosując nowoczesne urządzenie łącznie z właściwym zaprojektowaniem wyposażenia modelowego, a w naszym wypadku właściwych rdzennic.

Robotnica przyuczona w ciągu krótkiego czasu daje 5-cio krotną wydajność kwalifikowanego rdzeniarza, pracującego zwykłą metodą ręczną.

c. d. n.

Urządzenia do zasilania żeliwiaków powietrzem

inż. K. GIERDZIEJEWSKI

Ponieważ bardzo często stwierdzić można, że w odlewniach nie zdają sobie dokładnie sprawy z warunków pracy układu **żeliwiak - wentylator**, i istnieje powszechnie jedynie ogólna świadomość zależności biegu żeliwiaka od ilości dmuchu i jego ciśnienia, poruszam w tym artykule tylko warunki pracy wentylatorów różnej konstrukcji, pozostawiając zagadnienie normalnej ilości dmuchu i jego ciśnienia w zależności od średnicy żeliwiaka do publikacji następnej.

We wszystkich wypadkach, gdzie nie wystarcza lub nie może być zastosowany przy instalacjach do przetapiania metali ciąg naturalny, stosowane są urządzenia do tłoczenia powietrza pod ciśnie-

niem. Wśród nich rozróżniamy: a) wentylatory, zwane inaczej nawietrznikami, b) dmuchawy i c) sprężarki lub kompresory.

Stopień sprężania powietrza w wentylatorach podajemy zwykle w mm słupa wody i odróżniamy stosownie do tego wentylatory:

a'—niskiego ciśnienia do 200 mm sł. wody, a''—średniego 200÷600 mm sł. wody i a'''—wysokiego ciśnienia > 600 mm sł. wody.

Dmuchawy charakteryzujemy stopniem sprężania powyżej 1500 mm sł. wody i zwykle podajemy go w mm sł. rtęci; na koniec, w sprężarkach sprężanie określamy w atmosferach nadciśnienia (atn).

W zależności od konstrukcji rozróżniamy wentylatory skrzydełkowe zwane inaczej zwyczajnymi, niekiedy śrubowymi; są to wentylatory nisko - ciśnieniowe. Wentylatory średnio i wysoko-ciśnieniowe spotykamy w dwóch odmianach konstrukcyjnych — bądź jako wentylatory odśrodkowe z łopatkami kierującymi, bądź jako wentylatory skrzyniowe o wirującym ruchu tłoka, zwane niekiedy miechami i stosowane wyłącznie przy żeliwiakach.

Wentylatory niskociśnieniowe rzadko znajdują zastosowanie w odlewniach przy piecach do przetapiania metalu i są spotykane tylko w niedużych instalacjach pieców tyglowych, natomiast przy żeliwiakach stosowane są zwykle wentylatory średnio- lub wysokoprężne, w granicach do 1000 mm sł. wody t. j. do 0,1 atn.

Charakteryzują każdy wentylator:

1) ilość gazu wzgl. powietrza (Q) dostarczanego do przewodu powietrznego w m³/min, mierzonych przy uzyskanym sprężaniu i temperaturze t°,

2) stopień sprężania H^1 w odniesieniu do ciśnienia manometrycznego gazu o określonej gęstości γ w kg/cm³ lub ciśnienia h w mm sł. wody dla powietrza,

3) ilość obrotów wału wentylatora n/min,

4) moc pobierana przez wentylator M_p w *KM* z uwzględnieniem spółczynnika sprawności (ρ) w układzie wentylator — silnik. Moc potrzebną do sprężania gazu o gęstości γ określamy ze wzoru teoretycznego $M^1 = \dfrac{Q \cdot H^1}{60 \cdot 75} \cdot \gamma$

Ponieważ dla naszego wypadku $H^1 = h : \gamma$ otrzymujemy ostatecznie:

$$M^1 = \frac{Q \cdot h}{60 \cdot 75} = \frac{Q \cdot h}{4500}$$

zaś, przyjmując $M^1 : M_p = \rho$, mamy

$$M_p = \frac{Q \cdot h}{4500 \cdot \rho}$$

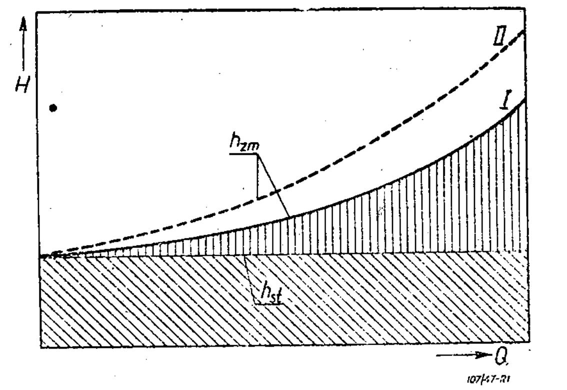
Wielkość ρ we współczesnych konstrukcjach wentylatorów waha się w granicach 0,65 — 0,75.

Żeliwiak, łącznie z komorą iskrową i kominem z jednej jego strony, i skrzynią powietrzną oraz przewodami doprowadzającymi powietrze od otworu tłoczącego wentylatora z drugiej, rozpatrywać możemy jako jeden przewód o zmiennym przekroju i o zmiennym oporze w zależności od warunków prowadzenia pieca (skład fizyczny wsadu, stopień zażużlowania dysz, ewent. zawieszenia wsadu i tp.). Opór ten, który oznaczamy H, składa się z oporu stałego (h_{st}) — spowodowanego różnicą poziomów wylotu kominowego i otworu tłoczącego wentylatora — i oporu zmiennego (h_{zm}) — obejmującego straty spowodowane zmianami szybkości i kierunku przepływu strugi dmuchu oraz tarciem o ścianki przewodu, a więc zarówno w rurociągu, jak i w żeliwiaku.

Napisać możemy więc, że

$$H = h_{st} + h_{zm}$$

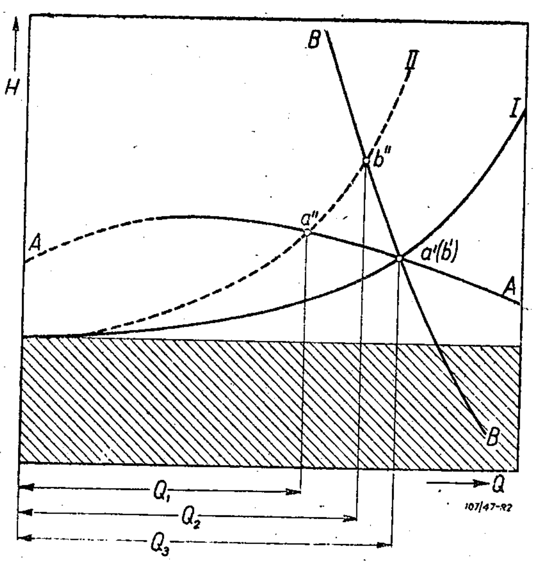
Opór zmienny lub, nazywając inaczej, straty ciśnienia w żeliwiaku i przewodach, zależy od szybkości przepływającej strugi i jest proporcjonalny do jej drugiej potęgi czyli również do drugiej potęgi ilości tłoczonego dmuchu t. j. wyraża się równaniem $h_{zm} = k \cdot Q^2$, gdzie k — spółczynnik, zależny od warunków pracy układu: rurociąg — żeliwiak — komin.



Rys. 1. Charakterystyka żeliwiaka w układzie: ilość dmuchu — ciśnienie.

Graficznie przedstawić możemy powyższe w sposób podany na rys. 1 i otrzymany wykres nazwać charakterystyką żeliwiaka. Odróżniamy tu pole, odpowiadające h_{st} i pole ograniczone parabolą (I), określoną równaniem $h_{zm} = k \cdot Q^2$. Zrozumiałym jest, że ponieważ charakter paraboli zależny jest od spółczynnika k, a ten zmienia się podczas biegu żeliwiaka, wykres (I) z rys. 1 uważać możemy za charakteryzujący pracę żeliwiaka tylko dla określonych warunków, które możemy nazwać normalnymi. Przy zmianie tych warunków, a przede wszystkim zmianie szybkości przepływu, która raczej zawsze wzrasta (zażużlowanie dysz, ścieranie się koksu i zmniejszenie przekroju pożytecznego żeliwiaka i t. p.) krzywa paraboliczna przesuwa się w położenie inne (II), zmieniając normalną charakterystykę żeliwiaka. W wypadku zmiejszonych szybkości przepływu, krzywa przesunęłaby się wdół, lecz jest to wypadek rzadki w praktyce i obecnie dla nas nie istotny.

Wentylatory odśrodkowe, posiadające zwykle napęd od silnika elektrycznego, pracują przy stałej ilości obrotów i posiadają w układzie ciśnienie—ilość dmuchu również swoją charakterystyką w po-

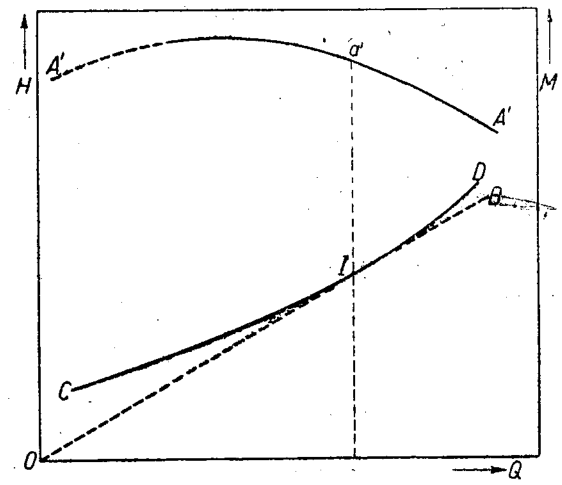


Rys. 2. Wykres charakteryzujący układ żeliwiak — wentylator.

staci krzywej. Odpowiednią charakterystykę posiadają również wentylatory skrzyniowe. Obydwa przedstawione są na rys. 2 z uwzględnieniem charakterystyki żeliwiaka i pozwalają nam przeanalizować pracę układu: wentylator — żeliwiak. Krzywe *AA* wzgl. *BB* są charakterystykami — pierwsza wentylatorów odśrodkowych, druga wentylatorów skrzyniowych. Parabolę I i II charakteryzują w tym samym układzie *H* i *Q* normalne warunki pracy żeliwiaka i zmienione wskutek zwiększenia oporów w żeliwiaku. Punkty przecięcia tych krzywych a', b', a'' i b'' wskazują na zmiany zachodzące w warunkach pracy wentylatora przez zmianę spółczynnika *k* w warunkach pracy zespołu rurociąg — żeliwiak — komin, zaś rzuty tych punktów na oś rzędnych — Q_1, Q_2, Q_3 wskazują jakie ilości powietrza dostarczać będzie każdy z rozpatrywanych typów wentylatorów w tych warunkach. Otóż różnice pomiędzy normalną ilością dmuchu w m³/min. dostarczonego do żeliwiaka, która jak wiemy powinna być dla żeliwiaka stałą, zmienia się dla wentylatorów odśrodkowych w granicach znacznie większych, aniżeli to ma miejsce przy wentylatorach skrzyniowych, ponieważ zawsze

$$Q_3 - Q_1 > Q_3 - Q_2$$

Wiemy, że jednak warunek dostarczenia przez wentylator stałej ilości dmuchu w m³/mm nie jest wystarczającym, ponieważ zmiany zachodzące w temperaturze powietrza zasysanego (w lecie i w zimie) i w jego barometrycznym ciśnieniu, poważnie zmieniają ilości powietrza, a właściwie ilości tlenu w kg/min, potrzebnego dla spalania określonej wagowej ilości koksu. Wniosek, który wyprowadziliśmy już z tej analizy był ten, że wydajność żeliwiaka i temperatura metalu, przy stałej objętościowej ilości dmuchu zmieniać się będą w szerokich granicach w zależności od warunków atmosferycznych i że dla prawidłowej pracy żeliwiaka koniecznym jest, aby wagowa ilość dmuchu dostarczanego w jednostce czasu była stałą w zmiennych warunkach atmosferycznych. Na koniec, trzecim warunkiem, któremu powinien odpowiadać wentylator instalowany przy żeliwiaku jest ekonomiczność jego eksploatacji, t. j. małe zużycie mocy, wielkość miejsca zajmowanego, łatwość bezpośredniego napędu od silnika elektrycznego, solidność i pewność konstrukcji i in.



Rys. 3. Charakterystyka wentylatorów o stałej wagowej ilości dmuchu.

Rozpatrzmy w jakim stopniu zadość czynią tym trzem podstawowym warunkom wentylatory odśrodkowe i wentylatory skrzyniowe. Warunkowi pierwszemu — stałości objętości dmuchu i najmniejszym jej wahaniom przy zmianach oporów w żeliwiaku — nie czynią zadość obydwa rodzaje wentylatorów, aczkolwiek wentylatory skrzyniowe wykazują znacznie mniejsze wahania, aniżeli wentylatory odśrodkowe. Warunkowi drugiemu — stałości wagowej ilości dmuchu przy zmiennych warunkach atmosferycznych obydwa rodzaje wentylatorów nie czynią zadość i są pod tym względem jednakowo niekorzystne. Na koniec, z punktu widzenia eksploatacji zaletą wetylatorów odśrodkowych jest znaczna ilość obrotów na minutę, umożliwiając bezpośrednie połączenie ich z silnikiem, mniejsza ich waga i znacznie mniejsza zajmowana przez nie powierzchnia, co ułatwia ich instalowanie i zmniejsza koszty budowy pomieszczenia, dużo niższe koszta obsługi i konserwacji i, na koniec, spokojny i względnie niezbyt hałaśliwy bieg ich w porównaniu do wentylatorów skrzyniowych. Natomiast z punktu widzenia zużycia mocy wentylatory skrzyniowe są korzystniejsze: pobierają one mniejsze ilości energii przy wytwarzaniu tego samego stopnia sprężania. Tak, naprzykład, zużycie mocy w wentylatorze odśrodkowym przy wydajności dmuchu 170 m³/min. i sprężaniu 700 mm sł. wody stanowi ok. 40 KM, wtedy gdy wentylator skrzyniowy, przy tym samym stopniu sprężania i wydajności dmuchu 185 m³/min, pobiera tylko 26 KM.

Przeprowadzona analiza obydwóch konstrukcji wykazuje, że obydwa rodzaje wentylatorów są w praktyce topienia w żeliwiaku prawie że równorzędne, ponieważ zwiększone koszty napędu wen-

tylatorów odśrodkowych wyrównują się w dużym stopniu obniżonymi kosztami ich obsługi i konserwacji, aczkolwiek, niewątpliwie, wentylatory skrzyniowe z punktu widzenia zapewnienia mało zmiennej objętościowej ilości dmuchu przy zmianach oporu w żeliwiaku, są korzystniejsze. Tym się tłumaczy, że zarówno jeden, jak i drugi rodzaj wentylatorów znajduje dostateczną ilość zwolenników i w odlewniach żeliwa są one oceniane jako praktycznie równorzędne.

Stwierdziliśmy wyżej, że ani turbowentylatory, ani miechy nie czynią zadość warunkom dyktowanym technologicznymi własnościami procesu przetapiania w żeliwiakach. Wynalazek *General Electric Company*, pozwalający zautomatyzować regulację dmuchu pod względem wagowej ilości powietrza wprowadzanego do żeliwiaka o zmiennej temperaturze i ciśnieniu, rozwiązuje w dużym stopniu trudności wynikające w tych warunkach. Wentylatory posiadające taką regulację przy stałej ilości obrotów — nazywać będziemy w dalszym ciągu wentylatorami *„GEC"*. Dla wentylatorów *„GEC"* związek pomiędzy zmiennymi parametrami sprężania i ilości dmuchu, przedstawiony na rys. 2 dla zwykłych turbowentylatorów w postaci krzywej A' — A, ma charakter podobny (rys. 3 krzywa A^1 — A^1), lecz osobliwością ich jest to, że wykres pobieranej mocy i ilości dmuchu (układ *M* i *Q*) posiada cechy odmienne, aniżeli ma to miejsce przy turbowentylatorach zwykłych; mianowicie: prosta przeprowadzona przez punkt zerowy O i punkt 1, odpowiadający na wykresie A^1 — A^1 punktowi a^1, mającemu to samo znaczenie co taki sam punkt na rys. 2 — t. j. charakteryzujący normalne warunki pracy zarówno żeliwiaka, jak i wentylatora, jest styczną do krzywej *CD*, charakteryzując związek pomiędzy mocą w KM i wydajnością wentylatora w jednostkach objętościowych. W wyniku tego część krzywej *CD* w pobliżu punktu 1 i w odległości ok. 30% Q_{norm} przyjąć można jako prostą, zastępując ją odcinkiem stycznej OB. Doprowadza to do wniosku, że moc pobierana przez wentylator „GEC" jest wprost proporcjonalna do ilości dmuchu i niezależna od jego gęstości (t. j. temperatury i ciśnienia barometrycznego) i odmienna od własności turbowentylatorów dla których ustaliliśmy wzór zależności w postaci $M = Q \cdot \gamma \cdot H^1 : 4500$, czyli, utrzymując w silniku pracującym przy stałej ilości obrotów stałą moc lub też przy stałym napięciu niezmienną siłę prądu w sieci otrzymujemy stałą wagową podaż dmuchu do żeliwiaka

(c. d. n.).

Masy formierskie ze spoiwem cementowym

C. KALATA i J. GLASER

Zdewastowany przez ostatnią wojnę przemysł odlewniczy polski stanął w związku z odbudową kraju przed koniecznością szybkiego uruchomienia swej produkcji. Chodziło zarówno o ilość odlewów, stanowiących materiał do odbudowy zniszczonych maszyn i urządzeń fabrycznych, jak również o ich jakość. Przy uruchamianiu produkcji odlewniczej należało mieć na uwadze żeby możliwie jaknajszerzej wykorzystać istniejące urządzenia, gdyż na przeprowadzenie większych inwestycji nie było ani czasu, ani odpowiednich środków pieniężnych.

W poszukiwaniu metod, któreby nadawały się do tego celu zwrócono uwagę na zastosowanie f o r m z m a s y c e m e n t o w e j. Postanowiono zbadać możliwości ekonomicznego zastosowania w odlewnictwie, a specjalnie do produkcji żeliwa szarego, form piaskowych ze spoiwem cementowym. Metoda ta była znana i stosowana przed r. 1939 zarówno w Polsce *(Huta Bankowa)*, jak i zagranicą; zakres stosowania tych form był jednak ograniczony.

W czasie ostatniej wojny szereg państw europejskich zwróciło uwagę na korzyści stosowania zarówno form z masy cementowej, jak i rdzeni ze spoiwem cementowym; poczyniono wiele prób i doświadczeń, mających na celu wyświetlenie całości problemu. Trzeba wyraźnie zaznaczyć, że masa cementowa nie zastępuje form z masy „n a w i l g o t n o", które to formowanie jest najtańszym sposobem. Masę cementową stosuje się zamiast masy do formowania „n a s u c h o".

Zwykłe masy formierskie, oparte na piaskach naturalnych, mają między innymi jedną bardzo poważną wadę — duże wahania własności, spowodowane tym, że naturalny piasek formierski jest niejednolity.

W Polsce przed ostatnią wojną stan zaopatrzenia odlewni w odpowiednie piaski formierskie był niezadawalający, obecnie sprawa przedstawia się jeszcze gorzej; poszczególne wagony piasku formierskiego z tej samej partii i od tego samego dostawcy różnią się wybitnie między sobą. Trudności te zmusiły przemysł odlewniczy zagranicą (np. USA) do przejścia na masy syntetyczne, których własności dają się ściśle regulować według potrzeb i są wobec tego bardziej jednolite. Szczególnie ważne jest to przy masowej produkcji. Sprawa ta stanie się u nas w najbliższym czasie aktualna, szczególnie przy planowanym przejściu z produkcji jednostkowej na produkcję masową (wanny, łączniki itp.).

Ponieważ masy o spoiwie cementowym należy uważać za masy syntetyczne, jesteśmy zdania, że nasza praca będzie wstępem do prac nad masami syntetycznymi w Polsce.

K o r z y ś c i s t o s o w a n i a m a s f o r m i e r s k i c h z e s p o i w e m c e m e n t o w y m na poszczególnych odcinkach przebiegu fabrykacyjnego, ująć możemy następująco:

1) M a t e r i a ł w y j ś c i o w y — surowcem do otrzymania masy cementowej jest piasek kwarcowy i cement. Pierwszy łatwiej jest otrzymać

w postaci jednolitej, gdyż jedyną własnością której żądamy od piasku kwarcowego jest odpowiednia jego ziarnistość. W piasku formierskim normalnym o spoiwie gliniastym na własności wpływa prócz wielkości ziarn cała masa innych czynników jak np.: ilość i jakość lepiszcza, ilość i jakość koloidów, substancje organiczne itp. Wielka ilość czynników wpływających na własności piasków formierskich o lepiszczu gliniastym. bardzo utrudnia otrzymanie jednolitych partii piasku.

Otrzymanie cementu jednolitej jakości też nie nasuwa żadnych trudności.

2) Przygotowanie mas formierskich o spoiwie cementowym nie wymaga tak skomplikowanych urządzeń, jak przy mieszaniu mas o spoiwie gliniastym. Piasek kwarcowy miesza się z cementem bardzo dobrze. Do tego celu wystarczy zbiornik zaopatrzony w mieszadło. Masa używana daje się bardzo łatwo pokruszyć i może być stosowana jako domieszka do nowej masy.

3) Metody formowania — przy formowaniu stosuje się zasadniczo masę cementowa tylko jako masę przymodelową; jako masę wypełniającą stosuje się piasek kwarcowy lub zużytą masę cementowa. Modele obkłada się masą cementową i lekko obciska, narzucając następnie masę wypełniającą; czynności te wykonywać może robotnik przyuczony. W ten sposób oszczędza się na czasie pracy formierza, którego można użyć jedynie do wykańczania form.

4) Modele — wskutek tego, że przy formowaniu odpada ubijanie masy cementowej zużycie modeli jest znacznie mniejsze. Pozwala to na stosowanie modeli o lżejszej i tańszej budowie. Przy konstrukcji modeli trzeba wziąć pod uwagę, że masa cementowa po stwardnieniu nie poddaje sie przy wyjmowaniu modeli, dlatego model musi mieć zwiekszone zbieżności. Masa cementowa działa niszcząco na lakier, należy więc zwrócić uwagę na stosowanie właściwego lakieru i odpowiednio konserwować modele. Dobre wyniki daje również obicie blachą najbardziej narażonej powierzchni modeli.

5) Suszenie form — odpada przy stosowaniu masy cementowej. W zwiazku z tym poza oszczędnością opału oraz mniejszym zużyciem skrzynek formierskich, staje się zbędnym transport form do suszarni, co jest bardzo ważne w naszych warunkach. Odlewnie nasze przeważnie cierpią na brak środków transportowych. Odpada również konieczność instalowania suszarń.

6) Braki — duża przepuszczalność oraz spoistość masy cementowej powoduje zmniejszenie ilości braków na odlewni.

7) Zwiększenie wydajności odlewni z m² powierzchni wskutek zastosowania masy cementowej powstaje w wyniku uproszczonego formowania, przyśpieszonego obiegu skrzynek wskutek skasowania suszenia itp.

8) Formy cementowe nie ulegają zniekształceniu, jak to może mieć miejsce z formami suchymi po wysuszeniu i ułatwiają przez to zachowanie dokładnych kształtów modelu. Poza tym formy cementowe nie wydzielają w czasie lania ani gazów, ani dymów.

Szereg korzyści jakie daje formowanie w masie cementowej, a szczególnie możność natychmiastowego powiększenia produkcji bez dodatkowych inwestycji (dźwigi, suszarnie) oraz zastosowanie do formowania sił niekwalifikowanych, przyuczonych, skłoniło nas do bliższego zajęcia się masami cementowymi. Mając na uwadze przyśpieszenie produkcji postawiono za cel osiągnięcie możliwości odlewania form już w 20—24 godz. po ich wykonaniu i pod tym kątem widzenia prowadzono prace. Badania rozpoczęto od ustalenia jakości surowców lę formy z mas cementowych używano piasku kwarcowego i cementu.

Piasek kwarcowy — według uzyskanych informacji w jednej z odlewni na Ziemiach Odzyskanych, gdzie stosowano w czasie wojny na dużą skalę formy z mas cementowych używano piasku kwarcowego z dwóch kopalń: Małapanew i Gołonóg, o ziarnistości wg tablicy I.

Tablica I.

Wielkość ziarn mm	Małapanew %	Gołonóg %
powyżej 1,5	0,21	0,28
1,5 — 1,0	1,47	3,40
1,0 — 0,6	22,64	18,72
0,6 — 0,3	46,87	37,09
0,3 — 0,2	21,22	21,26
0,2 — 0,1	7,30	16,20
0,1 — 0,06	0,21	2,54
pył	0,04	0,13
	99,96	99,62

Jak widzimy używano piasków kwarcowych czystych o małej domieszce pyłu, o przeważnej wielkości ziarn w granicach 0,6 — 0,3 mm.

Nie mogąc otrzymać piasku kwarcowego z tych kopalń, użyto do prób piasek kwarcowy pochodzący z kopalń Zakładów Ceramicznych Schein

Tablica II.

Nr. sita	Wielkość otworu mm	Pozostałość na sicie %	Mnożnik	Iloczyn
6	3,360	8,6	3	10,8
12	1,680	5,3	5	26,5
20	0,840	14,6	10	146,0
30	0,600	15,2	20	304,0
40	0,420	28,4	30	852,0
50	0,298	12,1	40	484,0
70	0,210	9,4	50	470,0
100	0,149	6,2	70	434,0
140	0,105	1,0	100	100,0
200	0,074	0,4	140	56,0
270	0,053	0,3	200	60,0
pył		0,3	300	90,0
Suma A		96,8	Suma B	3033,3
Lepiszcze		2,8	Liczba ziarn. B/A	31,4

w Myszkowie. Piasek ten określony jako kwarcowy piasek polny zbadany wg AFA wykazał ziarnistość według tablicy II.

Piasek ten przy wilgotności 2,1% wykazał przepuszczalność ok. 550 jedn. AFA. Spoistość tego piasku wynosiła praktycznie zero. Obserwacje mikroskopowe wykazały przewagę ziaren kwarcu o kształcie okrągłym, z niewielką ilością skaleni.

Jeżeli porównamy te trzy piaski, stwierdzimy, że piasek „Małapanew" zawiera ziarna o wielkości przeciętnej od 1,0 — 0,2 mm, w ilości 90,73%, zaś piasek „Gołonóg" zawiera ich w ilości 77,07%. Piasek z Myszkowa zawiera ziarna o wielkości 0,84 — 0,2 mm w ilości 65,1%, więc zbliżony jest raczej pod względem wielkości ziarn do piasku „Gołonóg". Niemożność ścisłego porównania wielkości ziarn piasku z Myszkowa z pozostałymi spowodowana była tym, że z braku kompletu sit DIN piasek z Myszkowa badany był według AFA wtedy, gdy dwa pierwsze badano na aparaturze + GF +. Piasek z Myszkowa zawiera poza tym 2,8% lepiszcza, a więc znacznie więcej niż piaski pozostałe.

Cement.

Jest rzeczą niewątpliwą, że jakość cementu wpływa decydująco na własności masy cementowej. Z punktu widzenia zastosowania cementu jako wiązadła dla mas formierskich żądamy od cementu:

1) aby był „w y d a j n y", t. zn. aby możliwie mała ilość cementu dodana do piasku kwarcowego, dawała dostatecznie dużą spoistość. „W y d a j n y" cement obniża oczywiście koszta masy formierskiej. Poza tym badania wykazały, że wprowadzenie większej ilości cementu wpływa niekorzystnie przede wszystkim na przepuszczalność masy, a następnie obniża ognioodporność,

2) aby c z a s w i ą z a n i a był jak najkrótszy. Im jest krótszy czas wiązania tym prędzej można wlać metal do przygotowanej formy, przez co lepiej wykorzystuje się skrzynki formierskie, uzyskuje się większą wydajność z jednostki powierzchni odlewni itp.

Poza wymienionymi właściwościami cement, który ma być użyty do mas formierskich powinien być łatwo dostępny na rynku i posiadać zawsze te same własności.

Rozpatrując własności różnych gatunków cementów, a więc cementu portlandzkiego zwykłego, cementu glinowego i innych, autorzy doszli do stwierdzenia, że zwykły cement portlandzki, produkowany obecnie przez krajowe cementownie, nadaje się zupełnie dobrze jako spoiwo do piasku kwarcowego. Cement użyty do prób został zbadany według PN/B201—205 i wykazał następujące własności:

1) W a r u n k i w i ą z a n i a — zbadane na przyrządzie *Vicata* wykazały, że cement badany należy zaliczyć do wolnowiążących.

2) S t a ł o ś ć o b j ę t o ś c i — przeprowadzono próby zwykłe i badany cement nie wykazywał żadnych zmian objętościowych pod względem zjawisk skurczu.

3) W y t r z y m a ł o ś ć — przeprowadzone próby na ściskanie, zrywanie i zginanie dały wyniki odpowiadające wymaganym normom.

4) S t o p i e ń z m i e l e n i a — badanie wykazało:

a) pozostałość na sicie o 900 oczek/cm² 0,2%

b) „ „ 4900 „ 8,35%

5) C i ę ż a r w ł a ś c i w y — został zbadany przyrządem *Le Chatellier'a* i wynosił 3,10 g/cm³.

S k ł a d c h e m i c z n y — przy stracie żarowej 0,52 był następujący:

SiO_2	19,20%	CaO	63,40%
Fe_2O_3	4,70%	MgO	3,28%
Al_2O_3	6,80%	SO_3	1,21%

Na podstawie powyższych badań stwierdzono, że cement badany odpowiada Polskim Normom, jako cement portlandzki zwykły wolnowiążący. Zastosowanie zwykłego cementu portlandzkiego nie przesądza zastosowania do tego celu cementu wyższych gatunków. Według informacji otrzymanych ze Zjednoczenia Przemysłu Cementowego w czasie wykonywania tej pracy (koniec roku 1946) cementownie polskie nie produkowały poza cementem portlandzkim zwykłym innych gatunków cementu. W wypadku rozszerzenia produkcji cementowni naszych na inne gatunki, a szczególnie cementów wysokojakościowych, należałoby przeprowadzić dodatkowe badania na przydatność ich jako spoiwa do piasków kwarcowych.

Badanie mas formierskich ze spoiwem cementowym

Badania masy ze spoiwem cementowym rozpoczęto od prób nad ustaleniem optymalnych zawartości cementu i wody ze względu na przepuszczalność, spoistość, plastyczność oraz inne własności, umożliwiające zastosowanie tych mas, jako materiału na formy odlewnicze. Badania mas cementowych przeprowadzono na aparatach *H. Dieterta*, a według norm AFA. Ze względu na wysoką, w stosunku do zwykłych mas formierskich, spoistość mas cementowych skala aparatu do oznaczania wytrzymałości na ściskanie (R_c) częstokroć nie wystarczała do określenia tej wytrzymałości. Dlatego zdecydowano w tych wypadkach obliczać R_c drogą pośrednią przez przeliczanie z wytrzymałości na ścinanie (R_{sc}) i przeprowadzono szereg badań dla ustalenia współczynnika $K = \frac{R_{sc}}{R_c}$ w celu umożliwienia dowolnego przeliczenia R_{sc} na R_c.

Dla określenia współczynnika K wykonano szereg doświadczeń z masami cementowymi o różnych % zawartości cementu i wody. Masy cementowe wykonane z piasku kwarcowego bez dodatku masy używanej, zawierające 6—14% cementu i 4—14% wody wykazały współczynnik K średnio 3,4.

Masy cementowe wykonane z piasku kwarcowego z dodatkiem używanej masy cementowej w stosunku 50 : 50 i 75 : 25 wykazały współczynnik średnio 3,8.

Opierając się na tych doświadczeniach w pracy naszej uważać się będzie:

a) $R_c = 3,4\ R_{sc}$ dla masy cementowej składającej się z piasku kwarcowego, cementu i wody bez względu na % zawartości składników.

b) $R_c = 3,8\ R_{sc}$ dla mas cementowych, zawierających prócz piasku kwarcowego masę cementową używaną, cement, wodę bez względu na % zawartości cementu i wody oraz niezależnie od stosunku piasku kwarcowego do masy cementowej używanej.

(c. d. n.)

XX Kongres odlewniczy w Paryżu

K. GIERDZIEJEWSKI i J. DICKMAN

(Ciąg dalszy)

Zapobieganie nieszczęśliwym wypadkom i brak czujności w odlewniach.

R. *Ceuppel da Lude.*

Autor stawia tezę, że w walce z nieszczęśliwymi wypadkami w przemyśle na przeszkodzie stoi brak czujności, zrozumienia i wyczucia grożącego niebezpieczeństwa, co w konsekwencji prowadzi do lekceważenia i zupełnego nieprzestrzegania ze strony robotnika, przepisów ochronnych. Ten brak czujności daje się stwierdzić tak wśród personelu bezpośrednio zatrudnionego w warsztacie jak i nadzorującego — jako wynik przyzwyczajenia się do warunków pracy; z drugiej strony ścisłe przestrzeganie przepisów (okulary i t. p.) powoduje pewne niewygody. Trudnością w walce z nieszczęśliwymi wypadkami jest, zdaniem autora, brak pewnej fascynującej, przewodniej myśli, która by zainteresowała objekt, stanowiący cel akcji zapobiegawczej, tj. robotnika.

Akcja ta będzie miała powodzenie tylko wtedy, gdy uda się rozwinąć u robotnika poczucie niebezpieczeństwa czyhającego nań w różnych kątach warsztatu pracy. Autor kolejno dyskutuje ogólne warunki pracy w odlewni i szczególnie niebezpieczne jej punkty, następie zaś rozważa sposoby zaszczepienia pracownikom przemysłu odlewniczego zrozumienia niebezpieczeństwa pracy nieuważnej, nie przestrzegającej obowiązujących przepisów i ostrzeżeń. Autor dochodzi do wniosku o konieczności daleko idącej propagandy przy pomocy plakatów, odpowiednich krótkich referatów, współpracy pomiędzy przedstawicielami robotników, wciągniętych do akcji informacyjno-propagandowej, a kierownictwem warsztatu, inżynierem bezpieczeństwa i przedstawicielami nadzoru państwowego w zakresie ochrony pracowników od skutków własnej nieostrożności względnie niedostatecznego zabezpieczenia ich przez pracodawcę.

Zastosowanie spoiw syntetycznych w odlewniach.

L. Jeniček — (Czechosłowacja).

Spoiwa naturalne (olej lniany, żywica, dekstryna itp.) używane jako składnik masy formierskiej, nie czynią zadość wszystkim warunkom wymaganym od tego materiału. Dlatego też skierowano wysiłki na sporządzenie spoiw syntetycznych, złożonych z mieszaniny kilku naturalnych i dobranych w sposób taki, aby przystosowane one były do różnorodnych specjalnych warunków spotykanych w odlewni i nadawały by optymalne własności masom formierskim do których zostały użyte.

Autor w referacie swoim rozpatruje poszczególne grupy spoiw, a w szczególności:

I. Mieszaniny spoiw nieorganicznych

a) bentonit i glina zwykłych piasków formierskich — podwyższenie własności technicznych mas formierskich;

b) mieszanina różnych bentonitów; zastosowanie przy zwiększeniu wytrzymałości przy wyższych temperaturach;

c) cement i glina; wyniki dodawania bentonitu i gliny do cementu problematyczne; natomiast zastosowanie cementu w mieszaninie z piaskiem formierskim daje dobre wyniki.

II. Mieszaniny spoiw organicznych

a) spoiwa organiczne nie rozpuszczalne w wodzie, lecz dające się z nią wymieszać (oleje, żywica itp.).

Własności mieszanin tych, a w szczególności wytrzymałość ich po wyschnięciu, nie są tego rodzaju, aby następowało sumowanie cech dodatnich i ich zastosowanie wymaga daleko idącej ostrożności w doborze składników mieszaniny. Opinię tę potwierdza autor na kilku przykładach.

b) spoiwa organiczne rozpuszczalne w wodzie.

Do nich należy w pierwszym rzędzie ług posulfitowy, który wykazuje szereg korzystnych cech przy połączeniu z mąką względnie ze skrobią.

c) łączenie spoiw rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych w wodzie.

Autor omawia oddzielne dodawanie tego rodzaju spoiw do piasku formierskiego lub też dodatek w postaci emulsji; podkreśla korzystne wyniki stosowania emulsji i omawia warunki ich stałości.

III. Mieszaniny spoiw organicznych i nieorganicznych

a) gliny, a w szczególności bentonity, w mieszaninie ze środkami organicznymi, nie rozpuszczalnymi w wodzie, nasuwają poważne trudności w stosowaniu i raczej są unikane;

b) gliny i środki organiczne rozpuszczalne, tworzące zawiesinę w wodzie. Duże możliwości zastosowania mieszanin tego rodzaju w praktyce;

c) mieszaniny złożone, autor podał kilka przykładów z pratyki amerykańskiej, dla naszych warunków nieaktualne;

d) mączka kwarcowa w mieszaninie ze środkami organicznymi wykazuje wzrost wytrzymałości mas formierskich i rdzeniarskich w wyższych temperaturach;

e) cement i mieszaniny organiczne; próby w zastosowaniu do produkcji rdzeni dały wyniki wątpliwe.

W oparciu o zasadnicze prawa działania spoiw na piasek, autor referuje niektóre swoje badania i podaje wytyczne ułatwiając właściwy dobór składników do spoiw syntetycznych.

Modernizacja małych i średnich odlewni zmierzająca do powiększenia produkcji.

C. W. Schwenn (referat oficjalny wymienny Amerykańskiego Stowarzyszenia Odlewników—AFA).

Autor wskazuje sposoby zwiększenia produkcji odlewni i polepszenia warunków pracy w małych odlewniach, wykonujących odlewy z modeli w dużych seriach. Zastosowanie ich nie wymaga całkowitej mechanizacji produkcji, dając jednak znaczne oszczędności kosztów i czasu.

Należy zwrócić przede wszystkim uwagę na konieczność posiadania przestronnych budynków wyposażonych w należyte instalacje oświetlenia i przewietrzania.

Przemyślane urządzenia transportowe mogą dać duże oszczędności przy rozładunku wagonów, załadowaniu żeliwiaków, rozwożeniu płynnego metalu, przewożeniu materiałów formierskich, zmniejszając jednocześnie wysiłek fizyczny robotników.

Usuwanie żużla może być ułatwione przez jego granulację w wodzie, co zapewnia również celowe zużytkowanie tego odpadku.

Metody formowania i wykonywania rdzeni powinny być przeanalizowane, ażeby ustalić korzyści ewentualnego stosowania bardziej nowoczesnych sposobów z użyciem odpowiednich formierek i nadmuchiwarek.

Nakoniec podkreśla konieczność utrzymywania modeli, płyt modelowych i in. urządzeń w doskonałym stanie.

Możliwości techniczne oszczędności paliwa przy topieniu metali, w szczególności w żeliwiakach.

J. Bobst (Szwajcaria).

Realizując akcję oszczędności paliwa, należy pamiętać, że zasadniczym warunkiem jest uzyskanie należycie gorącego metalu.

Po zanalizowaniu procesów zachodzących w żeliwiaku i warunków koniecznych do prawidłowego biegu pieca, autor podaje następujące praktyczne wskazówki dla uzyskania oszczędności paliwa:

I. Wskazówki dotyczące budowy i prowadzenia żeliwiaka oraz materiałów wsadowych:

1) strefa topienia powinna być ściśle walcowa, wyprawę żeliwiaka należy wykonywać starannie i kontrolować przymiarami;

2) przekrój i kształt dysz powinny zapewnić przenikanie powietrza do środkowych części żeliwiaka;

3) należy stosować żeliwiak o zmiennej wysokości kotliny, dostosowanej do zapotrzebowania metalu płynnego w określonych warunkach produkcji. Można to uzyskać przez użycie dwóch rzędów dysz położonych na różnych poziomach, względnie różnej grubości dna żeliwiaka, co wymaga umieszczenia otworu spustowego na odpowiedniej wysokości. Wypełnienie tego warunku zapewnia oszczędność koksu zasypowego;

4) strefa podgrzewania powinna mieć kształt stożkowy — podobnie, jak ma wielki piec. Daje to lepsze podgrzanie wsadu, zmniejsza temperaturę gazów wylotowych i zapobiega zawieszeniom;

5) wyzyskanie ciepła gazów odlotowych przez ich odprowadzenie z żeliwiaka przy końcu strefy topienia i przepuszczenie przez podgrzewacz powietrza. Autor podaje temperaturę podgrzania 150° do 200°C. Przy stosowaniu tego urządzenia zmniejsza się szkodliwą redukcję CO_2.

6) dokładne kontrolowanie wysokości koksu zasypowego, która powinna wynosić 750 mm ponad poziom dysz;

7) unikanie zbyt wczesnego rozpalania żeliwiaka, co powoduje niepotrzebny rozchód paliwa;

8) używanie do wsadu dużych kawałków koksu i małych kawałków wsadu metalowego. Na przygotowanie wsadu powinna być zwrócona specjalna uwaga. Należy w większej mierze stosować urządzenia mechaniczne do rozdrabniania metalowych składników wsadu;

9) zabezpieczenie koksu przed zbyt wczesnym zapaleniem się przez zwilżanie wodą lub zanurzanie go w mleku wapiennym;

10) czas trwania odlewu nie powinien być zbyt krótki, ponieważ zwiększa to procentowy rozchód koksu zasypowego.

II. Wskazówki ogólne, mające zastosowanie przy wszystkich sposobach topienia:

1) piaskowanie zlewów własnych celem usunięcia przywartego piasku. Piasek ten powoduje zwiększony rozchód koksu na stopienie oraz rozchód kamienia wapiennego na wytworzenie żużla, co znowu zwiększa zużycie paliwa. Zamiast piaskowania może być stosowane bębnowanie;

2) wyzyskanie ciepła wlewów i wychodów, które należy wkładać do pieca bezpośrednio po odlaniu w stanie czerwonym. (Przy temperaturze ok. 600° — 700°C). Odpowiednie urządzenia transportowe ułatwiać mogą związane z tym czynności. Gorące te części należy tak ładować do żeliwiaka, by nie stykały się one z koksem.

3) zmniejszenie ilości zwrotów własnych przez prawidłowe ukształtowanie układu wlewowego i nadlewów. Daje to oszczędność paliwa w odniesieniu do wagi dobrej produkcji.

Na zakończenie autor podaje wyniki uzyskane praktycznie w kilku odlewniach, gdzie wzaskówki jego zostały wprowadzone w życie *).

Metoda polarograficzna w analizie metali w odlewnictwie.

M. Spalenka (Czechosłowacja).

Analiza polarograficzna jest prosta, szybka i dokładna.

1) Przygotowanie roztworów jest prostsze, niż w wypadku innych metod analitycznych (metoda wagówa i miareczkowa). W większości wypadków nie potrzeba przeprowadzać długiego i żmudnego oddzielenia, połączonego ze strącaniem, sączeniem, przemywaniem i innymi czynnościami. Roztwór dla analizy polarograficznej może być przygotowany często nawet w jednym naczyniu.

2) Dzięki temu prostemu przygotowaniu roztworu, cała analiza jest bardzo szybka i może być jeszcze przyspieszona przez proste obliczenie i przez metodę oznaczenia ilościowego. Wystarczy tylko porównać amplitudę fal roztworu porównawczego z amplitudą fal roztworu badanego i odczytać wynik wprost na skalibrowanej krzywej. Zbyteczne jest suszenie, prażenie i ważenie osadu.

3) Dokładność metody polarograficznej waha się w granicach 0,5% rzeczywistej zawartości i może być jeszcze zwiększoną, jeżeli pracuje się starannie.

Dalszą zaletą metody polarograficznej jest możliwość przeprowadzenia analiz w seriach. Przygotowanie roztworów jest dokonywane równocześnie i zajmuje niewiele więcej czasu, jak sporządzenie pojedyńczego roztworu. Oznaczenie samo w sobie, t. j. zarejestrowanie krzywych, jest najszybszą czynnością ze wszystkich potrzebnych i nie trwa dla jednej analizy dłużej, niż 4 minuty.

Metoda polarograficzna ma duże zastosowanie, ale nie jest powszechna; np. nie jest możliwe oznaczenie: siarki, krzemu, tlenu, fosforu, azotu i węgla. Nawet gdyby było możliwe oznaczenie niektórych z tych pierwiastków w innych materiałach, byłoby dość trudne stosowanie tego rodzaju analiz w odlewnictwie. Natomiast wspomniana metoda ma duże zalety przy oznaczeniu zwyczajnych metali, w analizach stopów i w oznaczaniu zanieczyszczeń czystych metali.

Jeżeli chodzi o zwykłe analizy bieżące metoda ta może być z korzyścią stosowaną dla oznaczenia:

Cu, Ni, Cr, Mn, Co, V, Mo, W,	w stalach
Pb, Cd, Bi, Zn, Ni, Mn,	w stopach miedzi
Cu, Zn, Mn, Ni, C, Pb, Fe, Bi, Na,	„ aluminium
Cu, Zn, Ni, Fe, Mn,	„ magnezu
Sb, Cu, Zn, Cd, Se, Fe,	„ ołowiu
Pb, Cd, Mn, Cu, Fe,	„ cynku

Powyższe wyszczególnienie nie wyczerpuje wszystkich przypadków i szerokich możliwości zastosowania analizy polarograficznej metali. Możliwości wzrastają przez dodatkowe zastosowanie metody różniczkowej i przez inne ulepszenia.

Koszty analiz polarograficznych są nieznaczne; zużycie odczynników jest małe. Dzięki wielkiej czułości tej metody, można poprzestać na bardzo małych próbkach, zazwyczaj 0,5 do 1 g, najwyżej 5 g, w wypadku określenia zanieczyszczeń.

Koszty personelu również są niewielkie, ponieważ chemik wraz z laborantem mogą przeprowadzić z łatwością do 30 analiz w ciągu dwóch godzin, w zależności od trudności analizy. Również koszty inwestycyjne (t. j. cena polarografu) nie przewyższają praktycznie biorąc ceny fotometru i są bez porównania niższe od ceny spektografu.

O wzrastającym znaczeniu tej metody dowodzi fakt, że naprzykład podczas ostatnich 5 lat opublikowano przeszło 6.700 prac, w których opisano nowe zastosowania i udoskonalenia wymienionej metody.

Wymiary i kształt dysz żeliwiaków.

G. Joly (Instytut Badawczy Odlewnictwa w Paryżu)

Spotyka się mniemanie, że stosunek sumarycznego przekroju dysz do przekroju wewnętrznego żeliwiaka powinien się zmniejszać w miarę wzrostu średnicy pieca. Zastosowanie tego poglądu prowadzi niekiedy do większych szybkości powietrza u wylotu dysz przy żeliwiakach małych niż przy dużych. W rzeczywistości powinno być odwrotnie, im większy jest żeliwiak, tym większa powinna być szybkość powietrza w dyszach.

Doświadczenia autora wykazały, że przy jednakowej średnicy żeliwiaków przekrój dysz powinien być przy tym większy im większe jest zużycie procentowe koksu wsadowego. Słuszne jest więc uzależnienie stosunku przekroju dysz do przekroju żeliwiaka od procentu koksu wsadowego. Oznaczając:

F — przekrój wewnętrzny żeliwiaka,

f — całkowity przerkój dysz,

p — procentowe zużycie koksu wsadowego otrzymujemy proporcje:

$$\frac{F}{f} = \frac{100}{p} \quad \text{albo} \quad \frac{f}{F} = \frac{p}{100}$$

Stąd wyprowadza autor, że:

1) stosunek przekroju wewnętrznego żeliwiaka do całkowitego przekroju dysz jest odwrotnie proporcjonalny do procentowego zużycia koksu wsadowego,

2) całkowity przekrój dysz wyrażony w procentach przekroju wewnętrznego żeliwiaka równy jest procentowemu zużyciu koksu wsadowgo.

Po określeniu z powyższego wzoru całkowitego przekroju dysz można określić ich ilość, zakładając średnicę dyszy równą 120 — 160 mm.

Dla równomiernego rozprowadzenia powietrza w całym przekroju żeliwiaka oraz dla stałego utrzymania w czystości dysz zaleca się używanie podwójnych dysz zasilanych pojedyńczymi przewodami, w których można utrzymać stale jednakową ilość powietrza przez regulację zaworem.

*) Referat ten zawiera szereg poglądów mogących wzbudzić wątpliwości. Omówione one będą w jednym ze specjalnych artykułów.

KRONIKA ODLEWNICZA

Anglia.

Doroczna Konferencja organizowana przez *Institute od British Foundrymen* odbyła się w r. b. 17—20 czerwca w *Nottingham*. Z pośród krajów zagranicznych reprezentowane były tylko Stowarzyszenia Odlewnicze francuskie i czechosłowackie. Odznaki specjalne za wybitną działalność na polu odlewnictwa brytyjskiego Rada Instytutu przyznała za r.. 1946 *Dr A. B. Everest* — wybitnemu specjaliście w zakresie żeliwa stopowego (szczególnie niklowego), obdarzając go najwyższym odznaczeniem. — Złotym Medalem im. *Olivera Stubbs'a*, oraz popularnemu wśród polskich odlewników *p. T. Makemson* — Generalnemu Sekretarzowi Instytutu od przeszło 20 lat, wieloletniemu Sekretarzowi — CIATF oraz w okresie wojny kierownikowi działów Żeliwa i Staliwa w Ministerstwie Zaopatrzenia. *T. Makemson* otrzymał Złoty medal *im. E. I. Fox.* Prezesem Instytutu na r. 1947/48 na miejsce ustępującego *D. H. Wood'a* wybrany został *Mr. Percy H. Wilson.*

Warto przypomnieć, że zarówno *D. H. Wood,* jak i *T. Makemson* oraz *Dr A. B. Everest* brali udział w Międzynarodowym Kongresie Odlewniczym w Polsce w roku 1938.

Belgia.

W styczniu r. 1947 odbyło się zebranie sprawozdawcze Stowarzyszenia Technicznego Odlewni Belgijskich (ATFB — *Association Tehnique de Fonderie de Belgique*) za r. ub. ogłoszone w numerze 7 (styczeń—luty) czasopisma fachowego *„La Fonderie Belge"* podaje następujące dane: w r. 1944 po wznowieniu działalności swojej po wojnie ATFB liczyło tylko 127 członków w tym 87 rzeczywistych; resztę stanowili członkowie współdziałający i wspierający; w końcu 1946 lista członków rzeczywistych wzrosła do 160, przy ogólnej ilości zrzeszonych 270 członków.

W roku 1945 wydrukowano tylko jeden specjalny numer *„Fonderie Belge"* natomiast przez cały rok 1946 regularnie wychodziło to pismo, jako dwumiesięcznik o objętości stron 32 (formatu zbliżonego do A4). W r. 1946 zorganizowano szereg odczytów, wśród których sprawozdanie podkreśla — ze względu na osobę prelegenta lub treść referatu — trzy z pośród nich. *V. Delport*, przedstawiciel Amer. Stow. Odlewników (AFA) mówił o „Najnowszych postępach w przemyśle odlewniczym w USA"; *M. Fasotte* — „O roli odlewnictwa w wojennych zmaganiach W. Brytanii" i, na koniec, *A. Portevin* „O pęknięciach w odlewach".

Prezes ATFB *R. Deprez* wraz z 6-osobową delegacją reprezentował belgijskich odlewników na Kongresie francuskich Odlewników w październiku r. ub. w Paryżu i wziął udział w posiedzeniu CIATF, zaś *T. Remy* reprezentował Belgów na dorocznym Kongresie amerykańskim w *Cleveland*, Prezes Honorowy ATFB — znany wielu polskim odlewnikom *J. Léonard* wygłosił w Paryżu odczyt dla kolegów francuskich p. t. „Rozważania nad kierunkami rozwojowymi odlewnictwa w okresie 1911—1946 r.".

W roku bieżącym w związku z 100-letnim jubileuszem Uniwersytetu w *Liège* przewidziane jest zebranie Komitetu CIATF we wrześniu, członkowie którego będą mieli możność obejrzenia Wystawy z działem historii i stanu obecnego odlewnictwa belgijskiego, i wziąć udział w uroczystym posiedzeniu na 100-lecie Uniwersytetu, którego sporo wychowanków zajmuje wybitne stanowiska w odlewnictwie belgijskim. Z Uniwersytetem tym łączy ATFB szczególnie osoba *prof. Thyssena,* Dyrektora Instytutu Metalurgii i Odlewnictwa na Uniwersytecie, którego sprawozdanie określa, jako patrona naukowego odlewnictwa belgijskiego.

Na zakończenie sprawozdanie podaje, że na członków honorowych ATFB uchwałą walnego zgromadzenia powołani zostali wspomniany *prof. Thyssen,* amerykański odlewnik *Harry A. Schwartz* (specjalista światowej sławy w zakresie żeliwa ciągliwego) i *G. Moressée* — b. prezes z okresu okupacji niemieckiej. Nagroda w postaci złotego medalu ATFB, ustalonego uchwałą walnego zgromadzenia z r. ub., jako pierwsi, odznaczeni zostali *pp. Lamoureux, Ledent* i *Varlet,* którzy przez 35 lat życia Stowarzyszenia brali w nim czynny udział od chwili jego założenia.

Stwierdzić trzeba, że nici dużej sympatii łączą oddawna polskich i belgijskich odlewników, wśród których jesteśmy b. popularni, szczególnie od czasu kiedy na Międzynarodowym Kongresie w Brukseli w r. 1935 przewodniczącym był przedstwiciel Polski, kol. K. Gierdziejewski i rewizyty belgijskich odlewników w ilości 8 osób z pp. *J. Leonardem* i *R. Deprez* na czele, z okazji Międzynarodowego Kongresu w Polsce w r. 1938, kiedy koledzy belgijscy odbyli 8-dniową wycieczkę po kraju.

Przegląd pism technicznych odlewniczych

Mechanizacja brytyjskich odlewni żeliwa i staliwa.

Mechanizacja w odlewni obejmuje głównie urządzenia dla transportu materiałów formierskich, skrzynek i form, przygotowania masy oraz wybijania odlewów. Wyraz ten niekoniecznie powinien być zarezerwowany do mechanicznego transportu piasku, masy i form, opłacalność którego wymaga pewnej minimalnej wydajności (conajmniej 1100 kg na godzinę, wzgl. 5 ton na dobę), lecz równie dobrze może się odnosić do częściowej mechanizacji odlewni, czyli do urządzeń usprawniających wyłącznie jedną operację w całym cyklu produkcyjnym odlewni.

Powodem do częściowej mechanizacji są m. in.: brak fachowych rzemieślników, ułatwienie pracy kobiet, konieczność skrócenia czasu pracy na odcinku, gdzie istnieją t. zw. wąskie przejścia.

Mechanizacja całkowita wskazana jest dla produkcji seryjnej i masowej. Wymaga ona długich studiów, aby zharmonizować poszczególne operacje ze sobą. Dla nadania urządzeniom pewnej elastyczności, t. zn. zdolności do przystosowania się do warunków pracy na wypadek zmian w produkcji, zmian materiału topionego, oraz zmian szybkości stygnięcia, wskazanym jest przewidzieć przy urządzeniach transportowych wolne tory, jako rezer-

wę do odstawiania skrzyń. Autor artykułu *T. W. Gardon* porównuje ten bieg skrzynek z rzeką, szybkość której zwalniana i regulowana jest przez włączenie głębokich stawów i jezior.

W wypadku gdzie nie ma zamiaru przeprowadzenia całkowitej mechanizacji zakładu, odlewnie mogą usprawnić pewne samowystarczalne oddziały. Kilka oddziałów umieszcza się koło siebie według potrzeby. Oddział do formowania otrzymuje jedną lub kilka par maszyn do formowania zaopatrzonych w urządzenia do transportu i przygotowania masy. Kilka oddziałów do formowania łączy się w grupy, które otrzymują płynny metal z kadzi umieszczonych na wózkach lub zawieszonych na kolejce jednotorowej.

Taki komplet umożliwia podwyższenie wydajności o 100% w porównaniu z odlewaniem do form umieszczonych na ziemi.

Mechanizacja rozciąga się również na ulepszenia metod produkcji i przyrządów, aby uczynić je poręczniejszymi. Naprzykład, nadmuchiwanie rdzeni umożliwia nie tylko wzmozenie produkcji, lecz umożliwia wypełnienie luk powstałych na skutek braku sił fachowych; poza tym często umożliwia wykonanie przedmiotów, produkcja których przy ręcznej pracy była niemożliwa.

Centralizacja przygotwania masy formierskiej zapewnia jednostajność jakości masy, umożliwia stałą kontrolę jej, co jest warunkiem podstawowym dla otrzymania dobrych odlewów.

Obok norm dotyczących wytrzymałości i składu chemicznego odlewów, wprowadza się obecnie normy wyglądu powierzchni odlewów i czystości ich odlania.

W czyszczalniach mechanizacja polega na wprowadzeniu czyszczenia zapomocą wody o wysokim ciśnieniu, lub wody z piaskiem, o ile nie istnieją już czyszczarki śrutem stalowym lub zwykłe piaszczarki.

inż. A. M.

Foundry, 1945, t. IX str. 191/194.

Mikrorentgenografia metali.

Tematowi temu poświęca uwagę *prof. J. J. Trillat*, którego publikację streścimy niżej.

Promienie Rentgena, inaczej zwane promieniami X, znalazły zastosowanie w przemyśle w celu wykrywania wewnętrznych wad metalu, szczególnie w odlewach. Powstała nowa metoda badania budowy metali — rentgenografia metali, którą ze względu na zakres stosowania dzielimy na: a) makrorentgenografię metali, gdy przedmiotem badań są elementy o dużych wymiarach i b) mikrorentgenografię, gdy chodzi o wymiary małe.

M a k r o r e n t g e n o - m e t a l o g r a f i a. Podczas prześwietlania ciała ludzkiego na skutek różnicy w pochłanianiu promieni X przez tkanki ciała w stosunku do kości, otrzymujemy na ekranie lub kliszy cienie szkieletu. Podobnie w metalurgii ustala się w odlewach obecność pęcherzy, pęknięć, większych wtrąceń niemetalicznych itp.

M i k r o r e n t g e n o - m e t a l o g r a f i a. Przedmiot o wymiarach małych, a przede wszystkim cienki, prześwietla się, a otrzymany na kliszy obraz powiększa się. P. Goby zastosował ten rodzaj badań po raz pierwszy w r. 1913 do tkanek zwierzęcych. *F. Fournier* osiągnięcia swych poprzedników wykorzystał do badania stopów metali (Revue de Metallurgie 1938 str. 349), stwarzając mikrorentgenografię metali.

Z a s a d y m i k r o r e n t g e n o - m e t a l o g r a f i i. Płytkę metalową o grubości paru mikronów przykłada się do emulsji błony, prześwietla się razem promieniami X o długości fali odpowiednio dobranej, po czym otrzymane zdjęcie powiększa się. Absorbcja promieni X zachodzi wg prawa *Bragga—Pierce'a:*

$$\frac{\tau}{\varrho} = C \cdot N^3 \lambda^3, \text{ gdzie:}$$

τ — współczynnik pochłaniania (absorbcji) promieni w danym ciale,
ϱ — gęstość ciała pochłaniającego,
C — stała,
N = liczba atomowa,
λ — długość fali.

Widzimy, że przy danej długości fali absorbcja zwiększa się szybko wraz ze wzrostem liczby atomowej, a proporcjonalnie do grubości przedmiotu prześwietlanego. W wypadku materiału niejednorodnego czernienie ziarn srebra emulsji następuje w nierównomiernym stopniu, pozwalając tym samym ustalić położenie składowych pierwiastków wewnątrz przedmiotu, co nie da się ustalić metodą optyczną.

Metoda ta natknęła się na dwie trudności, które polegały na: 1) otrzymaniu odpowiedniej drobnej struktury emulsji fotograficznej, 2) wykonaniu próbki.

E m u l s j a f o t o g r a f i c z n a. Emulsja fotograficzna powinna zawierać bardzo drobne ziarna, niewidoczne na fotografii, którą otrzymujemy przez powiększenie z rentgenogramu. W przeciwnym wypadku interpretacja kliszy byłaby niemożliwą. Błony odpowiadające powyższym wymaganiom produkują już od szeregu lat firmy *Geavert* i *Kodak*. Ziarna emulsji są tak drobne, że przy powiększeniach 600 krotnych są niewidzialne; czułość emulsji jest około 1000 razy mniejsza od zwykłych używanych w rentgenografii.

W y k o n a n i e p r ó b e k. Grubość próbki do zdjęć mikrograficznych powinna wynosić parę mikronów i być wszędzie stałą. Płytka wyjściowa ma wymiary 15 x 10 x 1 mm. Uchwycona w imadełku, względnie w specjalnym uchwycie, jest doprowadzona do żądanej grubości paru mikronów, najpierw specjalnym pilnikiem, a następnie kolejno coraz drobniejszymi papierami szmerglowymi.

A p a r a t u r a i w y b ó r d ł u g o ś c i f a l. Badania mikrorentgeno-metalograficzne mają za zadanie ustalenie rozłożenia różnych pierwiastków chemicznych, jak również niejednorodności chemicznych i fizycznych istniejących w próbce. Cel osiąga się, dobierając odpowiednie długości fali promieni X. W medycynie *P. Lamarque* zastosował promienie długości 6 — 10 Å przy napięciu 3 — 8 kV. W metalurgii, gdzie mamy do czynienia z pierwiastkami o liczbach atomowych znacznie wyższych, a stąd powodujących silniejszą absorbcję, stosuje się fale o długościach niższych, bardziej twarde. Do antykatod stosuje się Cr, Fe, Co, Cu przy napięciu od 10 — 20 kV. Rodzaj promieniowania uzależnia się od składu chemicznego i struktury próbki, aby na zdjęciu otrzymać żądane kontrasty. Aparat do zdjęć mikrorentgeno-metalograficznych jest konstrukcji prostej, przy czym próbka jest umieszczona w pobliżu antykatody, przez co unika się strat na promieniowanie, a tym samym zyskuje się na

czasie naświetlania, który zależy od składu chemicznego próbki i użytej długości fali, waha się od paru minut dla metali lekkich do paru godzin dla stali specjalnych.

Badania mikrorentgeno-metalograficzne stopów. Autor podaje mikrorentgenogramy stopu Al — Cu, wykonane przez *F. Fournier*. Miedź w formie białej siatki otacza ciemne kryształy aluminium, odwrotnie niż na zdjęciu mikrograficznym. Mikrofotografia daje nam wyłącznie obraz skoordynowanej powierzchni zgładu, gdy tymczasem mikrorentgenofotografia kontury kryształów i rozmieszczenie miedzi we wnętrzu próbki.

Szereg mikrorentgenogramów, wykonanych przez samego autora, wykazuje, że nowa metoda nadaje się do stopów o składnikach różniących się znacznie ciężarami atomowymi, nie daje zaś wyników w wypadku np. stali (liczba atomowa Fe — 26) uszlachetnionej Va (23), Cr (24), Mn (25), Co (27), Ni (28).

W zakończeniu J. Trillat stwierdza, że mikrorentgenografia metali znalazła obecnie w praktyce zastosowanie w dziedzinie stopów lekkich, gdzie doskonale uzupełnia zwykłe metody metalografii.

F. L.

Revue d'Aluminium, 1945 Nr 114.

Odlewanie tulei cylindrowych.

a) w masie formierskiej na wilgotno.

Względnie często odlewy tulei cylindrowych wykazują wady w postaci porowatości, umiejscowionych przeważnie na zwężeniach przekrojów. Jeśli masa formierska dobrana jest prawidłowo, a odpowietrzenie formy i rdzenia nie nasuwa zastrzeżeń, powodem wady może być niewłaściwy sposób odlewania, a szczególnie nieprawidłowy układ lania, tj. niewłaściwy stosunek przekrojów wlewów doprowadzających do wlewu głównego itd. Najczęściej leje się tuleje cylindrowe pionowo, formując je poziomo i stosując naogół nadlewy; wlewy doprowadzające umieszcza się w dolnej części formy.

Ponieważ wymagana jest min. twardość ok. 200 — 220 jedn. Brinella, używano zwykle jeden z gatunków żeliwa podany niżej i dostosowany do grubości ścianki 20 mm:

Składniki	Żeliwo zwykłe perlityczne	Żeliwo stopowe	
		Ni — Cr	Cr — Mo
Węgiel	3,00 — 3,30	3,00 — 3,30	3,00 — 3,30
Krzem	1,70 — 1,80	1,60	1,80
Mangan	0,80 — 1,00	0,80 — 1,00	0,80 — 1,00
Fosfor	0,25 — 0,35	0,25 — 0,35	0,25 — 0,35
Siarka	min	min	min
Nikiel	—	ok. 3,00	—
Chrom	—	0,70	0,30 — 0,50
Molibden	—	—	0,20 — 0,40

Wskutek oszczędzania składników stopowych w czasie wojny, stosowano prawie wyłącznie żeliwo nie stopowe, osiągając maks. twardość do 220 jedn. Brinella, wtedy, gdy przy żeliwie stopowym osiągano bez trudu twardość 265 — 320 Br. przy dobrej obrabialności.

b) w formach wirujących.

Odśrodkowe odlewanie tulei zrealizować można w sposób dwojaki — bądź przez odlewanie dłuższych 5 — 6 m rur i następne ich przecinanie, bądź też odlewanie indywidualne, o długości tulei pojedyńczej.

Sposób pierwszy, wymagający kosztownych instalacji, ustąpił miejsca drugiemu, łatwemu do zrealizowania, nawet w niedużej odlewni. Doświadczalny materiał w tym kierunku jest duży i problem ten można uważać za rozwiązany. Do odlewania tulei stosuje się jeden z następujących gatunków żeliwa:

a) żeliwo zwykłe o składzie wyżej podanym, które daje w gotowym odlewie twardość ok. 200 — 260 jedn. Br., wskutek znacznego rozdrobnienia ziarna. Otrzymujemy drobną budowę perlityczną lub sorbityczną z równomiernie rozłożnym grafitem.

b) żeliwo stopowe używane na tuleje lane odśrodkowe zawiera często ok. 1% Mo i 0,5% Cr; jest to skład stosowany w Niemczech i pozwala uzyskiwać twardość tulei w granicach 250 — 300 jedn. Brinella.

W Anglii natomiast, niekiedy odlewają tuleje odśrodkowe z żeliwa austenitycznego. Zaletą ich jest zwiększona odporność na korozję znacznie przedłużająca okres pracy; z drugiej strony żeliwo austenityczne wykazuje korzystnie zwiększony współczynnik rozszerzalności cieplnej, zbliżony do stopów aluminium.

Tuleje o twardości specjalnie wysokiej otrzymuje się w drodze azotowania żeliwa o składzie: C = 2,5 — 2,75%, Si = 2,5 — 2,7%, Mn = ok. 0,5%, Cr = 1,40 — 1,60% i Al = 0,7 — 1,00%.

Krzepnięcie odlewów odśrodkowych bogatych w chrom następuje szybko i daje odlewy o przełomie białym lub pstrym. Poddawane są one nagrzewaniu do 925° w celu ułatwienia ich grafityzacji. Następnie są one odpuszczane poniżej temperatyry 800°, co nadaje im twardość w granicach 260 — 300 jedn. Brinella.

Azotowanie odbywa się przez nagrzewanie tulei w temperaturze 525° w ciągu 65 godzin w szczelnych skrzynkach stalowych, przez które przepływa gaz amoniakalny. Warstwa azotowana wynosi 1—3 mm, zaś osiągana twardość powierzchniowa dochodzi do 880 jedn. Brinella.

Żeliwo używane na tuleje otrzymujemy zwykle z żeliwiaka, wzgl. z pieca elektrycznego lub in. Wybór rodzaju pieca zależy raczej od rachunku gospodarczego, a nie od składu chemicznego stosowanego żeliwa.

jwe

Fonderie 1946 zt 8 str 306.

Krzemian etylu i jego zastosowanie w odlewnictwie.

Wśród najnowszych spoiw do masy formierskiej, wprowadzonych w okresie wojennym, największy rozgłos przypadł krzemianowi etylu, tymbardziej, że zastosowanie jego pozwoliło na wprowadzenie nowych metod formowania i wykonania rdzeni. Krzemian etylu używany w odlewnictwie, jest mieszaniną krzemianów etylowych różnych stopni koncentracji. Mieszanina ta, zwana niekiedy w handlu *„Silicon Ester"* albo *„Condensed Ethyl Silicates"*, zawiera w przybliżeniu 40% tlenku krzemowego (oznacza się również w skrócie Es).

Własności fizyczne. Es jest cieczą bezbarwną, łatwopłynną o ciężarze właściwym 1,06 g/cm³ przy 20° C, wrzącą przy około 170°C w norm. ciśnieniu. Es nie rozpuszcza się w wodzie, rozpuszcza się w alkoholu i w różnych organicznych rozpuszczalnikach.

Własności chemiczne. Najważniejszą własnością Es jest jego skłonność do ulegania hydrolizie, która powoduje powstawanie kwasu krzemowego, albo wysokiej koncentracji krzemianów etylu. Hydrolizy dokonuje się przez dodatek bardzo małych ilości kwasu, najle-

piej kwasu solnego do mieszaniny: Es, alkoholu technicznego i wody. Mieszaniny Es, alkoholu techn. i wody są w określonych warunkach heterogeniczne. Przez dłuższe wstrząsanie w obecności małych ilości kwasów powoduje się postępowanie procesu hydrolizy Es, powstawanie skondensowanych krzemianów etylu przy równoczesnym uwalnianiu alkoholu. Ilość alkoholu zwiększa się stopniowo w mieszaninie, aż do wartości, przy której mieszanina stane się homogeniczną (jednorodną). Można w ten sposób sporządzać sole różnych stopni wiskozy, aż do galaretowatych (żel). Wiskoza wzrasta szybciej przez wystawienie soli na działanie powietrza, przez odparowanie rozpuszczalnika. Proces tworzenia galarety można wygodnie przyśpieszyć dodatkiem małych ilości jednorodnych roztworów ciał zasadowych. Tak otrzymana galareta (żel) zawiera tlenek krzemu i skoncentrowane krzemiany etylu i przedstawia środek wiążący (spoiwo) materiałów ziarnistych wzgl. sproszkowanych.

U ż y c i e k r z e m i a n u e t y l u p r z y w y r o b i e d o k ł a d n y c h o d l e w ó w. Formy do tego procesu muszą wytrzymywać wysokie temperatury bez pękania i paczenia się. Hydrolizowany Es działa jako środek wiążący, nie tworzący zanieczyszczeń i nie spalający się przy wysokich temperaturach.

Sposobu formowania na „w o s k s t r a c o n y" używa się obecnie do wyrobu bardzo dokładnych odlewów, elementów trudnych do ekonomicznego wykuwania, dalej do wyrobu odlewów ze stopów o wysokiej temperaturze topnienia, np. niklowych itp.

Sposób wykonania form wg tej metody podamy szczegółowo w jednym z najbliższych zeszytów „D z i a ł u O d l e w n i c z e g o". Zanotujemy tylko, że przy tej metodzie formowania udaje się nie przekraczać różnicy między modelem a odlewem ok. 0,01 mm.

A. P.

Hutnicke Listy 1947, zt 7 str. 164, 165.

RECENZJE

Inż. R. Lipski, TECHNOLOGIA METALI. ODLEWNICTWO. Warszawa 1947, Spółdzielnia Wydawnicza „Autor", format A5, str. 64, rys. 77.

Książeczka, która leży przed nami, jest popularnym przedstawieniem całokształtu zagadnień związanych z wykonaniem odlewów i opracowana jest w przystosowaniu do programu nauczania odlewnictwa w szkołach zawodowych specjalności metalowej, a więc dla ślusarzy, tokarzy itp.

Autor na sześćdziesięciu kilku stronicach zapoznaje ucznia kolejno z przetapianiem metali oraz stopami, stosowanymi na odlewy, podaje podstawowe wiadomości o materiałach formierskich i sporządzaniu masy, zaznajamia ze sposobami wykonania form za pomocą modelu i wzornika, podaje przykłady wykonania formy na kulę, płytę traserską, tulejkę, trójnik i in., zapoznając w kilku słowach z podstawowymi cechami modelu (skurczem i zbieżnością), skrzynki formierskiej, rdzenicy, częściami układu wlewowego i in. szczegółami wyposażenia odlewni oraz narzędzi pomocniczych materiałów potrzebnych przy wykonaniu form i rdzeni.

Na koniec, wspomina o formowaniu maszynowym, wypełnianiu form metalem, wykończaniu odlewów, podaje wymagania stawiane dobrym odlewom i w kilku słowach mówi o odlewaniu odśrodkowym i pod ciśnieniem.

Wydawnictwo to powitać należy przychylnie, ponieważ na tym poziomie nauczania uczeń szkoły metalowej nie miał dotychczas żadnego źródła, które by wprowadzało jego systematycznie w przebieg wytwarzania odlewu, z którym jednakże każdy metalowiec ma tak dużo do czynienia w czasie swojej codziennej pracy.

Słabą stronę, jak w większości wydawnictw powojennych, stanowią ilustracje, dosyć przygodnie dobrane i graficznie nie dociągnięte, oraz mianownictwo, z którym odlewnicza prasa fachowa walczy od wielu lat (np. kopulak, przekantować formę, używanie wyrazu „lej" nie we właściwym znaczeniu, szablon—zamiast wzornik i in.). Również należało by przeprowadzić bardziej ścisłe rozgraniczenie niektórych pojęć i nie mówić o wdmuchiwaniu do żeliwiaka „sprężonego powietrza" (str. 6), odróżniać „piasek formierski" od „masy formierskiej", nie nazywać piasku formierskiego „chudym" przy zawartości 10% gliny (str. 22) itp., lub nie mówić o „rdzeniu zaczynionym olejem lnianym" (str. 25).

Przy wymienianiu własności piasku formierskiego opuszczono najważniejszą: przepuszczalność i pomieszano ją z porowatością, błędnie poinformowano, że skrzynki formierskie są znormalizowane; jest to pobożne życzenie odlewników, które niestety nie jest zrealizowane i to nie tylko u nas, lecz i w krajach bardziej uprzemysłowionych.

Szkoda, że nie podkreślone są trudności zawodu odlewnika, i nie zwrócono uwagi na to ile wytrwałości musi włożyć formierz w swoją pracę i z jaką pedanterią powinien ją wykonywać, aby uzyskać zdrowy i dokładny odlew. Po zapoznaniu się z treścią książeczki czytelnik może mieć złudzenie, że uzyskanie dobrego odlewu jest rzeczą nietrudną i że zawód formierza jest dużo łatwiejszy od innych specjalności metalowca, co w rzeczywistości jest błędne.

Te usterki nie zmniejszają wartości omawianej książeczki, zatwierdzonej przez Min. Oświaty dla użytku szkół zawodowych i wielką przysługę uczynił autor, dając ją tym wszystkim, którzy muszą być zorientowani w jaki sposób powstaje odlew.

geka

Sprostowanie pomyłek drukarskich w zesz. 4/5 Przeglądu Mech. z r. 1947.

Na początku artykułu „Polska Encyklopedia Mechaniki" (str. 180, kolumna lewa) wypuszczono cały wiersz z określenia odkształcalności, które winno mieć tekst następujący:

1° Odkształcalność, tj. zdolność do zmiany postaci geometrycznej, tak pod wpływem obciążeń, jakoteż wskutek zmiany temperatury lub innych wpływów fizyko-chemicznych.

POLSKA ENCYKLOPEDIA MECHANIKI

Mechanika ciał stałych czyli stereomechanika techniczna — dawniej „Wytrzymałość materiałów"

Prof. dr inż. M. T. HUBER

(Ciąg dalszy)

3. Podstawy elementarne teorii sprężystości.

1. Prawo Hooke'a. Stałe sprężystości materiałów izotropowych.

W przypadku najprostszym pręta pryzmatycznego z materiału *jednolitego i izotropowego*, poddanego jednoosiowemu stanowi napięcia w kierunku jego długości, stwierdza doświadczenie, że w stanie równowagi objawia pręt stan odkształcenia określony głównym wydłużeniem właściwym w kierunku długości ε i wydłużeniami głównymi w obu kierunkach prostopadłych o wielkości tej samej ε' (rys. 13). *Przy dostatecznie małych wartościach wydłużenia ε jest wielkość ε i ε' proporcjonalna względem naprężenia σ wywołującego odkształcenie opisane, przy czym współczynniki proporcjonalności są stałymi, właściwymi badanemu materiałowi sprężystemu, jednolitemu i izotropowemu.* (Prawo *Hooke'a* w wysłowieniu nowoczesnym). To prawo doświadczalne prowadzi przede wszystkim do równania

$$\varepsilon = \alpha \sigma \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [1]$$

gdzie α jest *„współczynnikiem sprężystości"*, który *T. Young* zastąpił wartością odwróconą $\frac{1}{\alpha} = E$ zwaną modułem sprężystości, albo ściślej *modułem wydłużenia sprężystego* (także modułem *Younga*). Piszemy więc zwykle

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [2]$$

a ponieważ ε' jako proporcjonalne względem σ musi być także proporcjonalne względem ε ze znakiem przeciwnym, przeto piszemy nadto

$$\varepsilon' = - \nu \varepsilon \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [3]$$

Tutaj jest ν drugą stałą materiału oznaczaną w piśmiennictwie niemieckim zwykle przez $1/m$ i zwaną *liczbą* albo *stałą Poissona* (także stosunkiem *Poissona*).

Stała E ma wymiar naprężenia i wyraża się liczbą bardzo wielką dla wszelkich materiałów z wyjątkiem miękkiego kauczuku. Natomiast ν jest ułamkiem nie większym od ½.

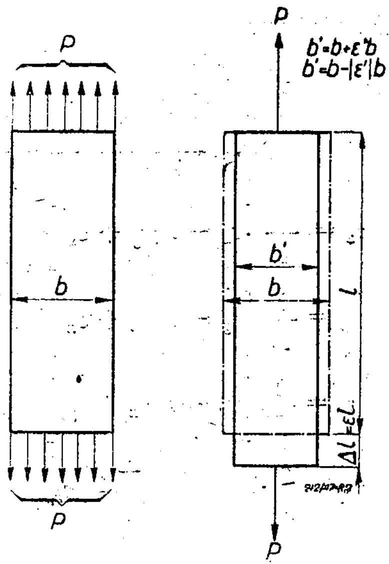
Oznaczywszy przez l długość pierwotną pręta, a przez Δl jego wydłużenie całkowite i obliczywszy naprężenie jako równe ilorazowi siły obciążającej P przez pole przekroju F' w stanie odkształconym, otrzymujemy z [2] równanie

$$\Delta l = \frac{Pl}{EF'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [4]$$

które zastępujemy najczęściej przez

$$\Delta l = \frac{Pl}{EF} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [4a]$$

ponieważ błąd powstały przez zastąpienie pola odkształconego przez pole pierwotne jest zbyt mały, aby miał znaczenie praktyczne.



Rys. 13.

2. Uogólnione prawo Hooke'a. Moduł sprężystości postaciowej.

Przy poczynionym już wyżej ograniczeniu do odkształceń bardzo małych staje się matematycznie jasnym i potwierdzonym przez doświadczenie, że odkształcenia składowe odpowiadające naprężeniom różnym sumują się algebraicznie (zasada superpozycji skutków). Gdy więc mamy np. do czynienia z płaskim stanem napięcia określonym naprężeniami głównymi σ_x i σ_y, to wydłużenie jednostkowe w kierunku x jest sumą algebraiczną z wydłużenia $\varepsilon'_x = \frac{\sigma_x}{E}$ wywołanego samym tylko naprężeniem σ_x oraz z wydłużenia $\varepsilon''_x = - \nu \frac{\sigma_y}{E}$ odpowiadającego działaniu samego tylko naprężenia σ_y. Mamy więc

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}(\sigma_x - \nu \sigma_y), \qquad \varepsilon_y = \frac{1}{E}(\sigma_y - \nu \sigma_x) \quad [1]$$

W przypadku $\sigma_x = - \sigma_y = \tau$ określającym jak wiadomo proste ścinanie w przekrojach nachylo-

nych do kierunków naprężeń głównych pod kątem 45°, znajdujemy z [1] oraz z § 1.3 rów. [2] i [3].

$$\varepsilon_x = -\varepsilon_y = \frac{1+\nu}{E}\tau = \frac{\gamma}{2},$$

a stąd

$$\gamma = \frac{2(1+\nu)}{E}\tau \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [2]$$

gdzie wielkość

$$\frac{E}{2(1+\nu)} = G \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [3]$$

określa w równaniu

$$\gamma = \frac{\tau}{G} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [2a]$$

t. zw. *moduł sprężystości postaciowej* jako trzecią stałą materiału izotropowego zależną jednakże od stałych E i ν. Stosownie do powyższego przyjmują związki najogólniejsze między składowymi stanu odkształcenia i składowymi stanu napięcia postać następującą:

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}\left[\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)\right]$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E}\left[\sigma_y - \nu(\sigma_z + \sigma_x)\right]$$

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E}\left[\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)\right] \quad [4]$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} = \frac{2(1+\nu)}{E}\tau_{xy}$$

$$\gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G} = \frac{2(1+\nu)}{E}\tau_{yz}$$

$$\gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G} = \frac{2(1+\nu)}{E}\tau_{zx}$$

3. *Moduł ściśliwości.*

Jak wiadomo z § 1.3 jest przy odkształceniach b. małych rozszerzenie objętościowe właściwe

$$\Theta = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z,$$

co, po wprowadzeniu wyrażeń [4] z § 3.2, daje

$$\Theta = \frac{1-2\nu}{E}\left(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z\right) \quad . \quad . \quad [1]$$

Gdy mamy do czynienia z równomiernym ściskaniem wszechstronnym, to $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = -p$, gdzie p jest wartością ciśnienia. Wtedy

$$\Theta = -\frac{1-2\nu}{E}\cdot 3p = -\frac{p}{K} \quad . \quad . \quad [2]$$

jeżeli przez

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad [3]$$

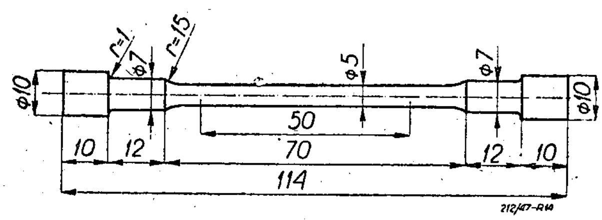
oznaczymy stałą materiału zwaną *modułem ściśliwości*. Równanie [2] poucza, że musi być

$$\nu \leqslant 1/2,$$

ażeby zgodnie z doświadczeniem nad wielu materiałami ściskanie wywoływało zmniejszenie objętości, a nie zwiększenie.

4. Podstawy doświadczalne stereostatyki (statyki ciał stałych).

1. *Próba rozciągania* (rozrywania) stanowi punkt wyjścia badań doświadczalnych nad własnościami mechanicznymi („wytrzymałościowymi") materiałów konstrukcyjnych wymienionymi we wstępie. Jej znaczenie polega po pierwsze na tym, że operuje najprostszym bo jednoosiowym stanem napięcia dającym się urzeczywistnić w pręcie pryzmatycznym rozciąganym równomiernie.



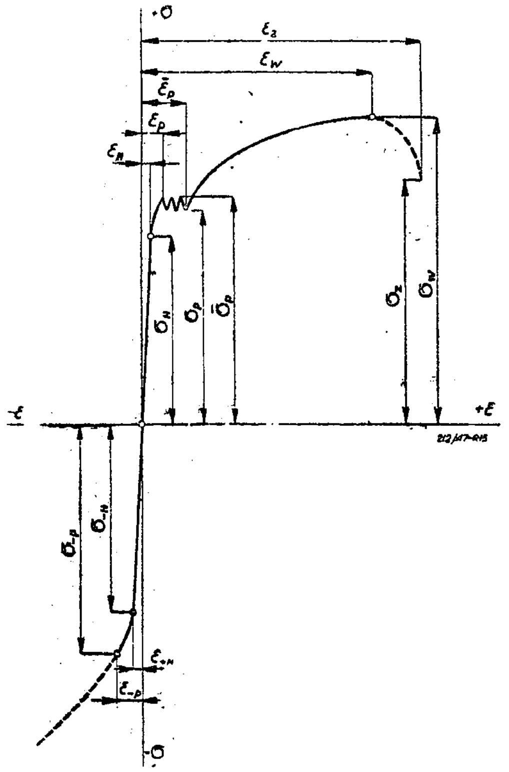
Rys. 14.

Pręt próbny (rys. 14) z badanego metalu ma w dłuższej środkowej części przekrój stały, najczęściej okrągły, niekiedy prostokątny. Końce pręta rozszerzają się w głowice dostosowane do uchwytów maszyny wytrzymałościowej. Przy jej pomocy wywieramy siły osiowe P rozciągające pręt, które mierzymy, mierząc zarazem odpowiednie zmiany długości pręta λ na jego części pomiarowej o długości l_0 o ile możności po ustaleniu równowagi. Przy tym śledzimy inne zmiany zachodzące podczas doświadczenia aż do jego zakończenia rozerwaniem pręta. Zależność P od λ przedstawiamy wykresem w układzie prostokątnym, wykonywanym często samoczynnie przez mechanizm połączony z maszyną. Wykres ten wyznacza zarazem po stosownej zmianie podziałek zależność między $\varepsilon = \frac{\lambda}{l_0}$ a $\sigma = \frac{P}{F_0}$, gdzie F_0 jest pierwotnym przekrojem próbki.

Wykres (σ, ε) sporządzony w ten sposób nazywamy *wykresem technicznym* dla odróżnienia od wykresu „efektywnego", w którym $\sigma = \frac{P}{F}$ gdzie F jest wartością przekroju zmieniającą się w miarę rozciągania (lub ściskania).

Rys. 15 przedstawia wykres techniczny otrzymywany dla pewnych rodzajów stali konstrukcyjnej. Wykres rozpoczyna się prostą zgodnie z prawem *Hooke'a* dla odkształceń sprężystych. Tangens kąta nachylenia tej prostej do osi wydłużeń mierzy moduł E. Współrzędne końca odcinka prostego σ_H, ε_H określają *granicę Hooke'a* (gr. proporcjonalności). Druga część wykresu jest linią słabo zakrzywioną ku osi aż w pewnym punkcie $(\sigma_p, \varepsilon_p)$ zwanym *granicą górną plastyczności* („płynności") przejawia się wybitny *stan nierównowagi*, zdra-

dzający się drganiem linii wykresu i zależnością od systemu maszyny, przy szybkim wzroście ε i niewielkich wahaniach σ około wartości σ_p niższej od σ_p zwanej *dolną granicą plastyczności.* W ciągu dalszym wydłużenie rosnące przy stałej wartości $\sigma = \sigma_p$ osiąga kres w punkcie $(\sigma_p, \varepsilon_p)$, po czym dalsze wydłużenie zachodzi powoli przy wyraźnym wzroście naprężenia aż do punktu najwyższego σ^w, ε_w określającego (umownie) *wytrzymałość materiału na rozciąganie* oznaczoną w PN. przez R lub R_r (zamiast σ_w) i odpowiednie tej wytrzymałości wydłużenie jednostkowe.



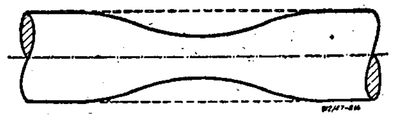
Rys. 15.

W tym stadium doświadczenia zmniejszanie się przekroju, które było dotąd równomierne na długości pomiarowej l_o, przestaje być takim, skupiając się dokoła pewnego miejsca, gdzie warunki sprzyjały wytworzeniu się „szyjki" (rys. 16) zwężającej się dalej, chociaż siła rozciągająca się zmniejsza, aż w końcu następuje pęknięcie w przewężeniu szyjki.

Temu odpowiada końcowy punkt wykresu σ_z, ε_z.

2. *Próba ściskania.*

Przy *próbie ściskania,* do której sporządza się dość grube walce próbne, aby uniknąć niebezpieczeństwa wyboczenia zmieniającego jednoosiowy stan napięcia i odkształcenia na inny bardziej złożony, otrzymuje się także najpierw odcinek prostej *Hooke'a,* który jest przedłużeniem prostej rozciągania i ma długość praktycznie tę samą. Punkt końcowy tego odcinka σ_{-H}, ε_{-H} określa *granicę Hooke'a* przy ściskaniu. Następnie wykres zakrzywia się podobnie jak przy rozciąganiu, po czym w punkcie σ_{-p}, ε_{-p} odpowiadającym *granicy plastyczności przy ściskaniu* wytwarza się także stan nierównowagi. Na tym kończy się zwykle doświadczenie, gdyż w praktyce prawie nie podobna doprowadzić do pęknięcia materiału elastoplastycznego przez proste ściskanie.



Rys. 16.

Przy obliczeniach wytrzymałościowych prętów rozciąganych i ściskanych (bez niebezpieczeństwa wyboczenia) w konstrukcjach technicznych rozstrzyga o wartości materiału przede wszystkim granica plastyczności σ_p, gdyż dopiero przy jej osiągnięciu pojawiają się wyraźne odkształcenia niesprężyste (trwałe). Dlatego gr. plastyczności jest równoznaczna z *praktyczną granicą sprężystości.*

3. *Granicę sprężystości* określa się teoretycznie jako granicę górną naprężenia rozciągającego lub ściskającego podłużnie pręt z materiału badanego, powyżej której można dopiero stwierdzić pierwsze odkształcenia niesprężyste, czyli plastyczne. Tak określona gr. sprężystości jest jednak zależna od dokładności pomiarów i obniża się w miarę jak ta dokładność rośnie. Z tego powodu ustalono *doświadczalną granicę sprężystości* jako wartość naprężenia σ_s przy której zachodzi trwałe wydłużenie właściwe o wielkości umownej $\Delta\varepsilon_s$, obieranej w różnych krajach i w różnych instytutach badawczych rozmaicie (po nieudałych próbach unormowania międzynarodowego). Np. w polskich przedwojennych normach wojskowych ustalono $\Delta\varepsilon_s = 0{,}02\%$; w instytutach niemieckich stosują $\Delta\varepsilon_s = 0{,}003\%$ do $0{,}03\%$; w Wielkiej Brytanii zidentyfikowano σ_s z wartością σ_H (!), a we Francji załatwiono tę sprawę równie praktycznie przyjmując dla metali $\varepsilon_s = 0{,}2\%$, co pokrywa się z normą niemiecką dla granicy plastyczności takich metali, których wykres σ, ε nie wykazuje stopnia poziomego, lecz zakrzywia się w sposób ciągły.

Powyższe określenia granicy sprężystości prowadzą do jej wyznaczenia na drodze mechanicznej przez kolejne obciążanie i odciążanie pręta w maszynie wytrzymałościowej. Można jednak wyznaczyć granicę sprężystości na drodze termodynamicznej badając czułymi termoelementami temperaturę pręta próbnego przy jego rozciąganiu siłą rosnącą. Ta temperatura spada przy odkształceniach sprężystych w sposób przewidziany teoretycznie przez *Hirna* i lorda *Kelvina;* gdy jednakże pojawią się wyraźne odkształcenia trwałe, to zachodzi szybki wzrost temperatury z powodu zamiany pracy odkształcenia plastycznego na ciepło.

4. *Inne ważne cechy materiału wyznaczone przez próbę rozciągania.*

Po rozerwaniu próbki wyznacza się całkowity przyrost długości pomiarowej l_o stulając możliwie

ściśle obie części i mierząc odległość l_z obu kresek ograniczających przed tym długość l_o. *Rozciągnięciem* albo *wydłużeniem (plastycznym)* wyrażonym w odsetkach długości pierwotnej nazywamy liczbę

$$A\,\% = 100\,\frac{l_z - l_o}{l_o} \qquad [1]$$

Prócz tego mierzy się najmniejszy przekrój w szyjce F_z i oblicza *przewężenie* w stosunku do przekroju pierwotnego F_o wzorem

$$\varphi\,\% = 100\,\frac{F_o - F_z}{F_o} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad [2]$$

Każda z liczb powyższych nadaje się do oceny zdolności materiału do odkształceń plastycznych, jako własności prawie równie ważnej technicznie, jak zdolność do odkształceń sprężystych.

Wreszcie pole wykresu P, λ mierzy całkowitą pracę odkształcenia pręta podczas próby, uznaną słusznie przez *L. Tetmajera* jako ważną cechę wartości technicznej materiału. Po stosownym przekształceniu i podzieleniu przez objętość $F_o\,l_o$ otrzymujemy dla pracy właściwej rozrywania wyrażenie

$$\Lambda = \eta\, A\, R \ \text{ w } \frac{\text{kG cm}}{\text{cm}^3} \qquad [3]$$

gdzie

$$A = \frac{l_z - l_o}{l_o},\ R = \frac{P_w}{F_o}\ \text{(wytrzymałość doraźna), a } \eta$$

jest współczynnikiem liczbowym określającym stosunek pola wykresu P, λ do pola prostokąta $P_w\,\lambda_z$ obejmującego ten wykres.

Współczynnik η można uważać praktycznie za stałą materiału, która np. dla stali konstrukcyjnej miękkiej ma wartość od 0,89 do 0,93, a dla miedzi i jej stopów 0,85.

Natomiast A nie jest stałą materiału, gdyż np. dla próbek cylindrycznych o różnym stosunku długości pomiarowej l_o do średnicy d_o musi A wzrastać gdy ten stosunek maleje. Dlatego stosując np. próbkę 5-krotną (tj. dla które $l_o = 5\,d_o$) otrzymujemy wydłużenie A większe aniżeli przy zastosowaniu próbki 10-krotnej przyjętej przez normy międzynarodowe. Różnica polega na tym, że na długości szyjki jest wydłużenie zwane *przewężeniowym b* większe od wydłużenia *równomiernego a* na reszcie długości pomiarowej. Ponieważ $A = a + b$, zaś a można obliczyć po próbie z wzoru

$$a = \left(\frac{d_1}{d_0}\right)^2 - 1,^{*)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad [4]$$

gdzie d_1 jest średnicą zmniejszoną w części odkształconej równomiernie, przeto b da się obliczyć z prostego wzoru

$$b = A - a \quad . \quad . \quad . \quad . \qquad [5]$$

Na podstawie licznych pomiarów laboratoryjnych na metalach ustalił *W. Broniewski* wzór doskonalszy, od [3] w postaci

$$\Lambda = 0{,}0025\,(3\,R + Q)\,A\% \quad . \quad . \qquad [6]$$

Wzór ten podaje z dokładnością praktycznie wystarczającą wielkość pracy właściwej rozrywania Λ w kGm/cm³, jeżeli R i Q oznacza wytrzymałość doraźną i praktyczną granicę sprężystości (= gr. plastyczności materiału) w kG/mm², a $A\%$ odpowiada próbce 10-krotnej.

*) Wzór ten wynika z założenia, że odkształcenie plastyczne nie zmienia objętości materiału, co doświadczenia potwierdziły.

5. *Wytrzymałość materiałów kruchych.*

Kruchość jest przeciwieństwem zdolności materiału do odkształceń plastycznych. Możnaby więc mierzyć kruchość odwróconą wartością liczby określającej plastyczność. Kruchość niemal doskonałą objawia szkło przy szybkim działaniu obciążenia niszczącego. Do materiałów kruchych zaliczamy nadto żeliwo zwykłe, kamienie naturalne i sztuczne jak beton itp. Wszelkie materiały kruche objawiają wytrzymałość na proste rozciąganie znacznie mniejszą od *wytrzymałości na ściskanie*, którą wyznaczamy doświadczalnie na próbkach kształtu kostek lub walców (Ameryka) o stosunku średnicy do wysokości 1 : 1. Ponieważ w takich próbkach niepodobna osiągnąć jednorodnego stanu napięcia bez zniesienia tarcia obu podstaw o tłoki stalowe maszyny wytrzymałościowej, przeto iloraz siły niszczącej P_w przez przekrój pierwotny F nie daje właściwie wytrzymałości na ściskanie R_c lecz większą od niej *wytrzymałość kostkową*, z której przez porównanie z doświadczeniami na słupkach coraz wyższych można obliczyć czystą wytrzymałość na ściskanie.

6. *Pęknięcie (złom) materiału izotropowego* poddanego równomiernemu ogólnemu stanowi napięcia zachodzi najczęściej w płaszczyźnie prostopadłej do największego ciągnienia głównego albo w przypadku ściskania jednoosiowego w płaszczyznach równoległych do kierunku tego ciśnienia *(pęknięcie rozdzielcze)*. W pewnych warunkach powstaje jednak znacznie rzadsze *pęknięcie poślizgowe* w płaszczyźnie największych naprężeń stycznych.

7. *Wytrzymałość doraźna a trwała. Pełzanie.*

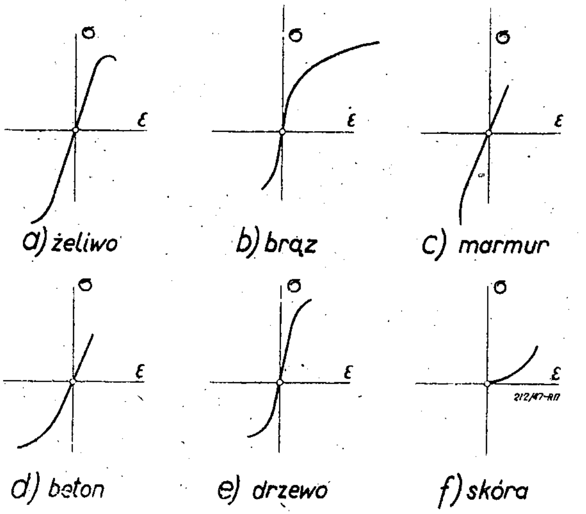
Wytrzymałość znalezioną ze zwykłej próby rozciągania lub ściskania trwającej najwyżej parę minut nazywamy wytrzymałością *doraźną* dla odróżnienia od mniejszej od niej wytrzymałości *trwałej* jako granicy dolnej liczb wyrażających wytrzymałość otrzymaną z prób trwających coraz dłużej. Tak np. znalazł dla miedzi *Ludwik* (1913) R = 2530 kG/cm² z doświadczenia trwającego 5 minut, zaś R = 2020 kG/cm² z doświadczenia trwającego 14,5 miesiąca.

Natomiast wydłużenie A zwiększa się nieco przy obciążeniu długotrwałym.

To wszystko odnosi się do zwykłych warunków temperatury (tj. nie wiele różnej od 20°). W temperaturach znacznie wyższych jakie występują w częściach konstrukcyjnych kotłów i maszyn parowych, silnikach cieplnych różnego rodzaju itp., pojawia się u metali t. zw. *pełzanie (creep)*, t. zn. nieustanny choć bardzo mały wzrost odkształcenia trwałego o praktycznie stałej prędkości od-

kształcenia. Np. dla stali węglowej jest temperatura pełzania > 250°.

8. *Wzmocnienie (twardnienie) materiału wskutek odkształceń plastycznych* jest bardzo ważną własnością metali objawiającą się także na pojedyńczych kryształach metalu. Własność tą występuje najwyraźniej na podanym powyżej wykresie ε, σ dla stali. Po doznaniu dość dużego odkształcenia plastycznego przy stałej wartości naprężenia $= \sigma_p$ kończy się niejako zwichnięcie równowagi molekularnej objawiające się „płynięciem" materiału, który odtąd wymaga do dalszego odkształcenia w stanach równowagi naprężeń znacznie większych. Gdy próbkę taką (nie pękniętą) wyjmiemy i po pewnym czasie poddamy nowej próbie rozciągania, to stwierdzimy wyższą granicę sprężystości i plastyczności niż poprzednio. Na tym polega wzmocnienie materiału przez walcowanie i wogóle t. zw. obróbkę na zimno.



Rys. 17.

9. *Zboczenia od prawa Hooke'a* w praktycznych granicach sprężystości wykazują różne ważne technicznie materiały jak miękki kauczuk, żeliwo, kamienie naturalne i sztuczne, oraz skóra. Ich wykresy ε, σ przedstawiają się już w obszarze odkształceń sprężystych częściowo jako krzywe (rys. 17) zwrócone zwykle wklęsłością ku osi ε. Tylko linia wykresu dla skóry jest zwrócona wypukłością ku osi ε. Wykresy dla żeliwa i kamieni posiadają w początku układu wspólną styczną, której tangens przedstawia moduł E dla naprężeń dostatecznie małych, tak dodatnich, jak i ujemnych, jakie np. zachodzą w drganiach akustycznych.

Dla naprężeń większych jest tak pojmowany moduł wydłużenia sprężystego funkcją wielkości naprężenia σ lub wielkości wydłużenia ε. Zależność ε od σ przedstawiona wykresem da się wyrazić różnymi wzorami matematycznymi, które jednakże mają charakter empiryczny i nie mogą mieć pretensji do wyrażania uogólnionego prawa sprężystości. Wartość średnia zmiennego modułu sprężystości w przedziale $(\varepsilon_1, \sigma_1)$ i $(\varepsilon_2, \sigma_2)$ określa oczywiście tang. kąta nachylenia α cięciwy łączącej oba punkty, czyli

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}$$

10. *Zależność własności wytrzymałościowych od temperatury.*

Badania doświadczalne wykazują, że wogóle wytrzymałość doraźna metali maleje, gdy temperatura rośnie, ale żelazo spawalne, stal zlewna i staliwo objawiają maximum wytrzymałości na rozciąganie przy temperaturze 200° do 300°. Największych zmian wskutek podwyższenia temperatury doznaje rozciągliwość, względnie plastyczność. Np. próbki staliwa okazują przy 200° zaledwie trzecią część tej rozciągliwości (A) jaką mają w temperaturze 20°. Rozciągliwość brązu spada przy 400° prawie do zera.

Podana poniżej tablica zawiera niektóre wyniki badań wytrzymałości na rozciąganie szeregu metali przy temperaturach od 20° do 1000° podług *P. Ludwika.* Liczby tej tablicy podające wytrzymałość R, wydłużenie równomierne $a\%$ i przewężenie $\varphi\%$ otrzymano z doświadczeń przy stałym przyroście wydłużenia wynoszącym $\sim 4\%$ na minutę w odniesieniu do długości pierwotnej.

Przy temperaturach znacznie niższych od 20° staje się wogóle wytrzymałość na rozciąganie coraz większa, zaś rozciągliwość A i przewężenie φ coraz mniejsze. Jest wielce prawdopodobne, że w temperaturze bliskiej zera bezwzględnego tracą wszystkie materiały swoją plastyczność stając się kruchymi, ale badania dotychczasowe sięgają na razie tylko do —170°, a przy tej temperaturze wzrasta wprawdzie praktyczna granica sprężystości stali miękkiej 2,5-krotnie, a wytrzymałość 2-krotnie, jednakże rozciągnięcie i przewężenie obniża się tylko o $\sim$ 40%.

Tablica II.

Materiał	t^0	R kG/cm²	$a\%$	$\varphi\%$
Glin wyżarzony przy 350°	20	1160	19	79
	135	765	32	88
	403	125	42	99
	600	35	42	100
Ołów wyżarzony przy 100°	20	135	31	100
	150	50	33	100
	265	20	20	100
Stal zlewna wyżarzona przy 900°	20	3340	21	68
	275	4450	7	51
	407	2700	21	68
	617	760	45	95
	807	230	39	89
	835	220	39	88
Miedź wyżarzona przy 600°	20	2280	32	67
	300	1320	30	50
	555	485	14	19
	650	330	15	20
	793	190	14	34
	970	80	6	15
Mosiądz wyżarzony przy 500°	20	3240	34	70
	200	2690	35	70
	400	1180	19	27
	600	280	14	17
	800	50	7	9
Nikiel wyżarzony przy 900°	20	4930	26	72
	195	4480	26	66
	455	3020	20	31
	800	290	11	18
	1100	250	11	24

GOSPODARKA NARODOWA

Tezy do planu rozbudowy przemysłu metalowego w latach 1950 — 1955

inż. M. LESZ

Przemysł Metalowy przystępuje do opracowania długofalowego planu rozbudowy. Byłoby celowym, aby plan ten stał się przedmiotem szerokiej dyskusji, w której wzięliby udział koledzy inżynierowie i technicy-mechanicy. Chciałbym aby artykuł ten zapoczątkował cykl artykułów dyskusyjnych. Pragnąłbym też, aby wszyscy inżynierowie i technicy, którzy myślą o przyszłości przemysłu metalowego nadesłali mi swe uwagi.

Autor.

I. Produkcja przemysłu metalowego winna w przeliczeniu na głowę ludności zrównać się z normami zachodnio-europejskimi, w szczególności winna dorównać wskaźnikowi na głowę ludności Niemiec.

Ponieważ wartość produkcji przemysłu metalowego niemieckiego ma osiągnąć poziom 3 miliardów RM, tj. ok. 6 miliardów zł. w cenach 1937 r. rocznie, stosunek liczby ludności Polski i Niemiec będzie w 1955 r. wynosił prawdopodobnie 1 : 2,5: produkcja przemysłu metalowego Polski winna osiągnąć poziom 2,4 miliardów w cenach 1937 r. rocznie w r. 1955. Oznacza to podwojenie produkcji w stosunku do r. 1949 tj. wzrost 18% rocznie.

II. Licząc się ze wzrostem wydajności w latach 1950 — 55 o 3,5% rocznie, tj. o 20% w ciągu 6 lat, stan załóg winien wynieść 270 tys.

III. W okresie planu 1950 — 1955 ma być przeprowadzona daleko idąca komasacja fabryk metalowych. Fabryki, zatrudniające poniżej 300 robotników będą utrzymane, o ile będzie tego wymagać dobro przemysłu, jak konieczność utrzymania zakładów mniejszych i średnich ze względu na produkcję artykułów specjalnych, dla utrzymania szerszego zakresu produkcji artykułów potrzebnych do zaspokojenia najróżnorodniejszych wymagań ludności, a w szczególności innych przemysłów.

IV. Rozbudowa przemysłu będzie iść głównie drogą rozbudowy istniejących zakładów pracy. Nowe zakłady będą powstawać na Ziemiach Odzyskanych, w nieuprzemysłowionych województwach na prawym brzegu Wisły (lubelskie, białostockie, warszawskie) oraz w rejonie wielkiej Warszawy. Udział Ziem Odzyskanych w produkcji ogólnokrajowej wzrośnie do 33% wartości produkcji ogólnokrajowej. Szczególna uwaga będzie zwrócona na odbudowę zakładów oraz budowę nowych w rejonie wielkiej Warszawy. Stan załóg w przemyśle metalowym warszawskim winien osiągnąć stan przedwojenny (20 tys. pracowników). Nie będą zasadniczo przeprowadzane żadne poważniejsze inwestycje w przemyśle metalowym Zagłębia śląsko-dąbrowskiego.

V. W latach 1950—1955 ma być przeprowadzona daleko idąca modernizacja urządzeń, szerokie zastosowanie znajdą rewolwerówki, wielonożówki, automaty, wiertarki i elementy wiertarskie, obrabiarki specjalne, przeciągarki. Większość operacji, szczególnie przy produkcji wielkoseryjnej, wykonywana będzie narzędziami z twardych stopów, na wysokich szybkościach skrawania.

Zmodernizowane zostaną kuźnie, prasownie, tłocznie itp. W spawalnictwie wprowadzone zostaną automaty do spawania, spawarki punktowe, rolkowe, stykowe itd.

VI. Zostanie zasadniczo zmodernizowany i zmechanizowany transport wewnętrzno-fabryczny przez zastosowanie w halach fabryk i na składach suwnic, wózków akumulatorowych, urządzeń do załadowania i wyładowania.

VII. Eksport wyrobów przemysłu metalowego winien osiągnąć w 1955 r. wartość 25 milj. dolarów rocznie. Prócz tradycyjnego eksportu przemysłu metalowego (naczynia emaliowane, blaszane i żeliwne, maszyny włókiennicze, odlewy sanitarne i maszynowe, tabor kolejowy) należy rozpocząć eksport obrabiarek, rowerów, motocykli i samochodów, urządzeń maszynowych, maszyn rolniczych.

VIII. W latach 1950—1955 należy podjąć następujące nowe rodzaje produkcji:

a) W przemyśle obrabiarkowym rozpocząć budowę nowych typów obrabiarek: wielonożówek, ciężkich rewolwerówek, automatów, przeciągarek, obrabiarek do kół zębatych, elementów wiertniczych oraz szeregu ciężkich obrabiarek jak: frezarki bramowe, ciężkie karuzelówki, wytaczarki i strugarki wzdłużne, maszyny kotlarskie jak walce do gięcia i prostowania, ciężkie nitownice, automaty do cięcia tlenem itd., oraz młoty i prasy.

b) W przemyśle taboru kolejowego należy rozpocząć budowę lokomotyw elektrycznych, wozów motorowych, wagonów sypialnych.

c) W przemyśle precyzyjnym i optycznym należy uruchomić produkcję łożysk kulkowych (4 milj. szt. rocznie), niwelatorów, zegarków ręcznych, szeregu przyrządów naukowych i szkolnych, maszyn do pisania i maszyn biurowych.

d) W przemyśle maszynowym i kotlarskim: najcięższych urządzeń górniczych i hutniczych, turbin parowych, kotłów wysokociśnieniowych, turbokompresorów i kompresorów tłokowych, ciężkiej aparatury chemicznej kwaso- i ługoodpornej, wysokociśnieniowej i wysokotemperaturowej, maszyn papierniczych, introligatorskich, drukarskich.

e) W przemyśle motoryzacyjnym: samochodów osobowych, silników Diesla (do 2.000 KM), małych traktorów.

f) W przemyśle odlewniczym i maszyn rolniczych: opanować w pełni i silnie rozwinąć produkcję

żeliwa ciągliwego, uruchomić produkcję maszyn żniwnych (kosiarek, żniwiarek, snopowiązałek).

IX. Główny nacisk ma być położony na produkcję maszyn i urządzeń dla przemysłu ciężkiego, na obrabiarki, motoryzację i produkcję podaną w punkcie VIII.

X. Miesięczne cyfry kontrolne niektórych wytworów w grudniu 1955 r. winny wynosić:

Parowozy (w przeliczeniu na Ty 43)	30 szt.
Wagony towarowe (w przeliczeniu na węglarki 2-osiowe)	1500 „
Wagony osobowe, motorowe, pocztowe	80 „
Samochody ciężarowe	1500 „
„ osobowe	1000 „
Traktory	500 „
Rowery	40000 „
Motocykle	1000 „
Obrabiarki	20 milj. zł. (ceny 37 r.)
Przemysł precyzyjno-optyczny	6 milj. zł.
Produkcja maszynowa	20 „ „
Maszyny włókiennicze	4 „ „
Narzędzia	12 „ „
Kotły i konstrukcje	20 „ „
Maszyny rolnicze	10 „ „
Odlewy	20 tys. ton
Drut, gwoździe, śruby, nity	22 „ „
Wyroby z blachy	12 „ „

XI. W okresie 1950—1954 należy uruchomić nowe fabryki, względnie oddziały istniejących już fabryk:

1 fabrykę samochodów ciężarowych i ciężkich silników Diesla. W fabryce tej produkowane byłyby również średnie silniki szybkobieżne do wagonów motorowych i innych lekkich napędów,

2 fabryki traktorów,

1 fabrykę samochodów osobowych i półciężarowych do wysok. 1,5 t,

1 fabrykę ciężkich aparatów chemicznych,

1 fabrykę nowoczesną gwoździ i drutu z uwzględnieniem działu produkcji igieł, szpilek itp.,

1 fabrykę śrub i nitów (nowoczesną),

1 fabrykę turbin parowych i turbokompresorów,

1 fabrykę ciężkich urządzeń maszynowych,

1 fabrykę specjalnych dźwigów osobowych,

1 fabrykę suwnic i dźwigów (przede wszystkim portowych),

1 fabrykę kół zębatych,

3 fabryki narzędzi i sprawdzianów,

2 fabryki maszyn i narzędzi rolniczych. Z tych: 1 fabryka maszyn żniwnych, 1 fabryka wirówek i urządzeń mleczarskich. Jedna z fabryk istniejących winna być przestawiona na produkcję narzędzi ogrodniczych, bartniczych itp.,

1 fabrykę precyzyjno-optyczną,

4 fabryki obrabiarek, w tym: 1 specjalnych maszyn kotlarskich, 1 młotów i pras, 1 fabrykę tokarek, 1 fabrykę rewolwerówek, obie ostatnie urządzone dla wielkoseryjnej produkcji taśmowej,

2 fabryki maszyn włókienniczych,

1 fabrykę łożysk kulkowych,

1 fabrykę maszyn biurowych i maszyn do szycia.

Biuro fabrykacji dla zakładów i fabryk przemysłu metalowego

L. MISZCZUK

Ceny rynkowe wyrobów fabrycznych zależne są od kosztów wytwarzania. Koszty zaś wytwarzania uzależnione są w pierwszej linii od właściwego i ekonomicznego w założeniu procesu fabrykacyjnego.

Tylko dobrze opracowane rozplanowanie wykonania, oparcie produkcji na najbardziej odpowiednich urządzeniach i środkach technicznych oraz dogląd, kontrola stała i intensywna obsługa potrzeb produkcji — dać mogą dobre wyniki i tanią produkcję.

Funkcje te sprawuje zwykle w fabrykach tzw. Biuro Fabrykacji. Poniżej podany jest opis typowego Biura Fabrykacji z podziałem na elementy składowe zasadniczych czynności przy opracowywaniu i wykonywaniu zamówień.

Na czele Biura Fabrykacji powinni być zwykle wytrawni warsztatowcy z podstawowymi wiadomościami techniczno - teoretycznymi, gruntowną znajomością procesów fabrykacyjnych danej wytwórczości i niezbędnymi wiadomościami organizacji warsztatowej.

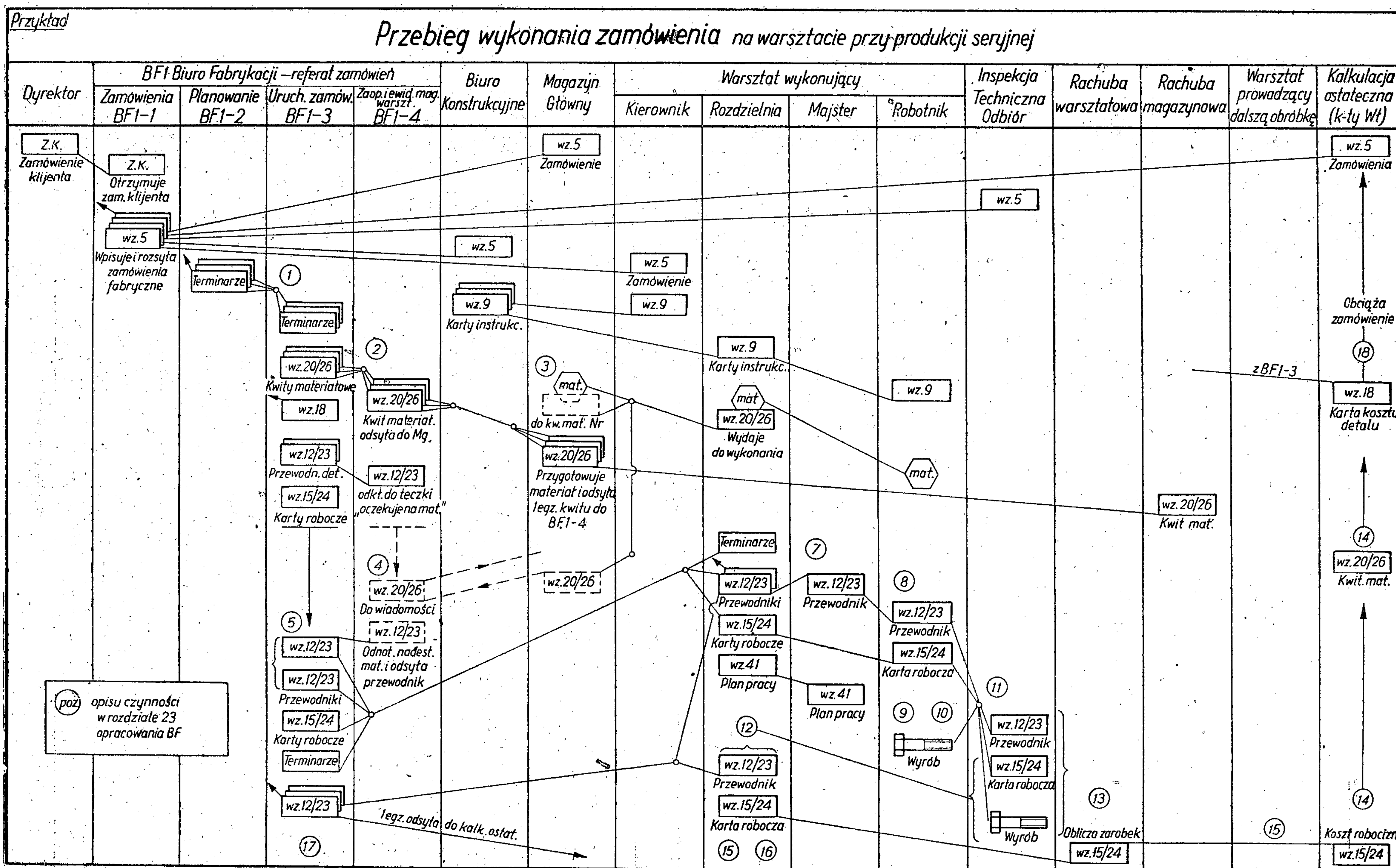
1. Zadania Biura Fabrykacji.

Biuro Fabrykacji, wg załączonego schematu A, stanowi w organizacji fabrycznej organ, na którym ciąży obowiązek przygotowania produkcji.

Ta działalność przygotowawcza obejmuje z jednej strony odbiór tego, co w biurach konstrukcyjnych w formie gotowych projektów jest wykonane, a z drugiej strony przekazywanie tych rzeczy w formie odpowiednio przepracowanej, na warsztaty produkcyjne.

Zadaniem Biura Fabrykacji jest również utrzymanie wykonania zamówień w ramach terminów, norm i kosztów wyznaczonych drogą:

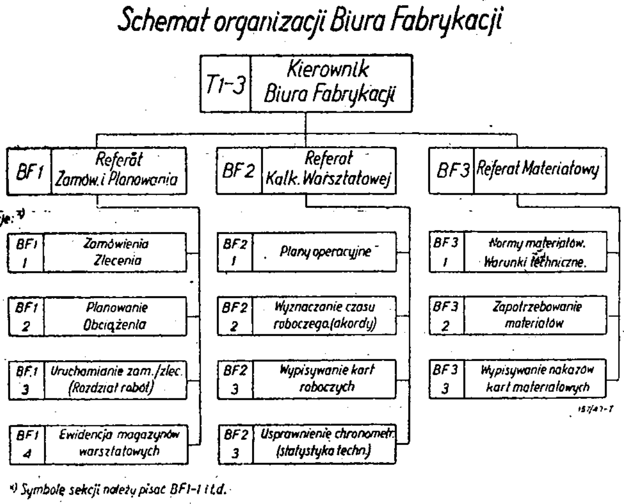
1. Racjonalnego rozplanowania wykonania.
2. Maksymalnego wykorzystania posiadanych maszyn i urządzeń technicznych.
3. Zastosowania w szerokim zakresie przyrządów i usprawnienia produkcji.
4. Planowego zaopatrzenia produkcji w materiały i utrzymania zużycia w ramach ustalonych norm.


Przykład
Przebieg wykonania zamówienia na warsztacie przy produkcji seryjnej
Dyrektor
BF1 Biuro Fabrykacji – referat zamówień
Zamówienia BF1-1
Planowanie BF1-2
Uruch. zamów. BF1-3
Zaop. i ewid. mag. warszt. BF1-4
Biuro Konstrukcyjne
Magazyn Główny
Warsztat wykonujący
Kierownik
Rozdzielnia
Majster
Robotnik
Inspekcja Techniczna Odbiór
Rachuba warsztatowa
Rachuba magazynowa
Warsztat prowadzący dalszą obróbkę
Kalkulacja ostateczna (k-ty Wt)
Z.K.
Zamówienie klijenta
Z.K.
Otrzymuje zam. klijenta
wz.5
Wpisuje i rozsyła zamówienia fabryczne
Terminarze
wz.5
Zamówienie
wz.5
wz.5
wz.5
Zamówienie
wz.9
wz.9
Karty instrukc.
wz.5
Zamówienie
Obciąża zamówienie
Terminarze
wz.20/26
Kwity materiałowe
wz.18
wz.20/26
Kwit materiał. odsyła do Mg.
mat.
do kw. mat. Nr
wz.20/26
Przygotowuje materiał i odsyła 1 egz. kwitu do BF1-4
wz.9
Karty instrukc.
mat.
wz.20/26
Wydaje do wykonania
wz.9
mat.
z BF1-3
wz.18
Karta kosztu detalu
wz.12/23
Przewodn. det.
wz.12/23
odkt. do teczki „oczekuje na mat."
wz.15/24
Karty robocze
wz.20/26
Kwit mat.
wz.20/26
Kwit. mat.
wz.20/26
Do wiadomości
wz.20/26
wz.12/23
Odnot. nadest. mat. i odsyła przewodnik
Terminarze
wz.12/23
Przewodniki
wz.12/23
Przewodnik
wz.12/23
Przewodnik
wz.15/24
Karty robocze
wz.15/24
Karta robocza
wz.41
Plan pracy
wz.41
Plan pracy
wz.12/23
wz.12/23
Przewodniki
wz.15/24
Karty robocze
Terminarze
poz. opisu czynności w rozdziale 23 opracowania BF
wz.12/23
Przewodnik
wz.15/24
Karta robocza
Wyrób
wz.12/23
Przewodnik
wz.15/24
Karta robocza
Wyrób
wz.12/23
1 egz. odsyła do kalk. ostat.
Oblicza zarobek
wz.15/24
Koszt robocizny
wz.15/24
1
2
3
4
5
7
8
9
10
11
12
13
14
14
15
15
16
17
18

Schemat B.

5. Premiowania i akordowania robót.
6. Ścisłego kontaktu z Inspekcją Techniczną w sprawie odbioru i zdawania wyrobów klientom w terminach ustalonych.

Działalność Biura Fabrykacji podana jest jako ramowa i, w zależności od charakteru produkcji Zakładu, musi być dostosowany układ wewnętrzny Biura Fabrykacji do specjalnych wymagań produkcji i warunków lokalnych.



Schemat A.

Powinien on być jednak zawsze oparty na wyszeregowanych zasadniczych czynnościach przygotowania produkcji. Organami wykonawczymi Biura Fabrykacji są poszczególne referaty względnie działy składowe Biura Fabrykacji, jak podaje schemat A, a zakres ich działania, ujęty w odpowiednie instrukcje, jest ustalany i zatwierdzany przez Dyrektora Fabryki.

Jakikolwiek będzie charakter produkcji — seryjny, masowy lub ciągły — czynności Biura Fabrykacji można ująć zawsze w trzy zasadnicze działy (referaty), a mianowicie:

1. Referat zamówień i planowania.
2. Referat kalkulacji warsztatowej.
3. Referat materiałowy.

2. Podział czynności Biura Fabrykacji.

BF1. *Referat zamówień i planowania* wykonuje następujące czynności:

1. Sekcja zamówień — przyjmowanie, ewidencja i wydawanie zamówień produkcyjnych i zleceń fabrycznych.

2. Sekcja planowań — planowania, terminarze, obciążenia i raporty.

3. Sekcja uruchamiania zamówień — przyjmowanie z BF2 kart operacyjnych i roboczych, a z BF3 nakazów materiałowych. Łączenie wg zamówień i rozdział na warsztaty wg terminarzy BF1—2. Dozór rozdzielni warsztatowych.

4. Sekcja magazynowa — ewidencja magazynów na warsztatach, materiałów, półfabrykatów, wyrobów gotowych i ekspedycji.

BF2. *Referat kalkulacji warsztatowej.*

1. Sekcja planów operacyjnych— rozplanowywanie robót, wyznaczanie operacyj, maszyn i miejsc pracy.

2. Sekcja wyznaczania czasu roboczego — obliczanie czasów wykonania operacji, wyznaczanie akordów i grup pracowników.

3. Sekcja kart roboczych — wypisywanie przewodników, kart roboczych.

4. Sekcja usprawnień — chronometraż, studia czasu, usprawnienia obróbki, statystyka techniczna.

BF3. *Referat materiałowy.*

1. Sekcja norm materiałowych— opracowanie warunków technicznych dla materiałów i norm zużycia.

2. Sekcja zapotrzebowań materiałów — obliczanie materiałów produkcyjnych, zapotrzebowywania materiałów do zakupu.

3. Sekcja zaopatrzenia — wypisywanie nakazów materiałowych, przekazywanie ich do BF1—3.

Podane powyżej czynności Biura Fabrykacji są, jak już było zaznaczone, zasadniczymi elementami prac z zakresu przygotowania produkcji i mają miejsce w każdej wytwórni metalowej.

W zależności od wielkości zakładu lub fabryki, czynności te mogą być łączone w grupy (sekcje). W małych wytwórniach mogą być wykonywane przez jednego lub kilku pracowników, nie mniej jednak działalność ich i porządek pracy powinny odpowiadać podanym wzorcom. Praktyka jednak pokazała, że scentralizowanie tych czynności w jednym wydziale, przy wspólnych materiałach dowodowych i funkcyjnych, przekazywanie sobie spraw do załatwienia na miejscu bez zbytecznej korespondencji — daje najlepsze rezultaty.

Na schemacie B podany jest przykład wykonania zamówienia na warsztacie przy produkcji seryjnej, który orientuje w prawidłowym przebiegu wykonania zamówienia i obiegu druków. Instrukcje szczegółowe dla poszczególnych referatów Biura Fabrykacji oraz wzory używanych druków będą omówione oddzielnie.

Podane powyżej uwagi są wyciągiem z opracowanej w C. Z. P. Met. instrukcji o organizacji biur fabrykacyjnych w przemyśle metalowym

---

Delegacja Naczelnej Organizacji Technicznej w dniu 30-letniej rocznicy Rewolucji październikowej złożyła na ręce Ambasadora ZSRR Wiktora Lebiediewa następujące życzenia:

Polscy Inżynierowie i Technicy z podziwem i szacunkiem obserwują olbrzymie osiągnięcia narodów radzieckich, powstałe na gruncie przemian społecznych Wielkiej Rewolucji Październikowej.

Z okazji 30-letniego jubileuszu Rewolucji Polscy Inżynierowie i Technicy życzą Kolegom Radzieckim dalszych sukcesów na polu nauki i techniki Socjalistycznego Państwa i dla obrony i utrwalenia Pokoju Światowego.

W-wa, dnia 7 listopada 1947 r. **NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA**

WYTWÓRCZOŚĆ ZA II KWARTAŁ W TYS. ZŁ. WG CEN 1937 R.

Zjednoczenie Przemysłu	Rok 1947 Kwiecień	Rok 1947 Maj	Rok 1947 Czerwiec	1947 r. II kwartał	1947 r I kwartał	% II kw 1947 r. w porównaniu z I kw 1947 r.
Obrabiarkowego — Grupa Obrabiarkowa	2909	3007	3271	9187	8569	107,2
„ „ Narzędziowa	1033	1045	1215	3293	2692	122,3
„ „ Precyz.-optyczna	896	910	1075	2881	2415	119,2
Maszyn Rolniczych — Łódź	1833	1655	1767	5255	4963	105,8
„ „ Bydgoszcz	1176	1270	1285	3731	3049	122,3
Taboru i Sprzętu Kolejow.	23252	24864	25315	73431	62119	118,2
Maszynowego	3882	3773	3710	11365	10133	112,1
Motoryzacyjnego	2579	2319	2503	7401	7228	102,3
Odlewniczego — Kraków	2415	2445	2504	7364	6844	107,5
„ Radom	1802	1789	1648	5239	4429	118,2
Pol. F-k Śrub, Nitów i Cz. Kutych	4414	4172	4221	12807	12044	106,3
Wyr. z Blachy — Bytom	3540	3599	3289	10428	9117	114,3
„ „ Kielce	955	949	1084	2988	1980	150,9
Pol. F-k Drutu, Gwoździ i wyr. z Drutu	4009	4308	4582	12889	10289	125,3
Wyrobów z Metali Kolorowych	6	6	—	12	537	
Mebli Stalowych i Okuć Budowlanych	912	1033	910	2855	2300	124,1
Kotlarskiego	3755	3907	3785	11447	10535	108,6
Budowy Maszyn Włókienniczych	981	1060	1044	3085	3008	102,5
	60349	62111	63208	185668	162252	
Zjedn. Przem. Wyrobów z Metali Kolorowych	6	6	—	12	537	
	60343	62105	63208	185656	161715	114,8

ZATRUDNIENIE ZA II KWARTAŁ 1947 R.

Zjednoczenie Przemysłu	Rok 1947 Marzec Ilość zakł.	Rok 1947 Marzec Ilość zatrud.	Rok 1947 Kwiecień Ilość zakł.	Rok 1947 Kwiecień Ilość zatrud.	Rok 1947 Maj Ilość zakł.	Rok 1947 Maj Ilość zatrud	Rok 1947 Czerwiec Ilość zakł.	Rok 1947 Czerwiec Ilość zatrud.	% porównania zatrud. w czerwcu do marca 1947 r.
Obrabiarkowego — Grupa Obrabiarkowa	13	6945	13	7012	13	6576	13	6769	97,4
„ „ Narzędziowa	9	1995	9	2025	9	2051	9	2089	104,7
„ „ Precyz.-optycz.	17	3245	17	3189	17	3283	17	3388	104,4
Maszyn Rolniczych — Łódź	17	4463	17	4640	17	4519	17	4789	107,3
„ „ Bydgoszcz	12	3173	12	2981	13	3013	13	3226	101,6
Taboru i Sprzętu Kolejowego	12	29511	12	28283	12	28304	12	28622	96,9
Maszynowego	19	8108	19	8240	19	8216	19	8228	101,4
Motoryzacyjnego	14	5801	14	5827	14	5841	14	5726	98,7
Odlewniczego — Kraków	21	6985	21	7084	21	7066	21	7144	102,2
„ Radom	14	4469	13	4569	13	4638	13	4803	107,4
Pol. F-k Śrub, Nitów i Części Kutych	14	6234	14	6124	14	6221	14	6464	103,6
Wyrobów z Blachy — Bytom	15	6869	15	6849	14	6930	14	7043	102,5
„ „ Kielce	9	2549	9	2457	9	2504	9	2585	101,4
Pol. F-k Drutu, Gwoździ i Wyr. z Drutu	16	6218	14	6422	14	6450	15	6691	107,6
Wyrobów z Metali Kolorowych	1	78	2	80	1	80	—	—	—
Mebli Stalowych i Okuć Budowlanych	15	2143	16	2082	17	2067	17	2049	95,6
Kotlarskiego	17	5666	17	5629	17	5537	17	5542	97,8
Budowy Maszyn Włókienniczych	11	2999	11	2886	10	2983	10	2975	99,1
	246	107451	245	106379	244	106379	244	108133	100,6

WYTWÓRCZOŚĆ NIEKTÓRYCH WAŻNIEJSZYCH WYROBÓW ZA II KWARTAŁ 1947 ROKU.

Wyrób	Jedn. miary	Rok 1946	Kwiecień	Maj	Czerwiec	II kwartał	Od początku roku
Obrabiarki	szt.	1510	191	192	233	616	1191
Wagony towar. nowe	„	4141	694	731	784	2209	4105
„ „ i platf. spec.	„	—	1	—	—	1	20
„ osobowe	„	5	10	7	7	24	31
„ wąskotor.	„	—	25	50	50	125	190
„ cysterny	„	63	24	31	33	88	97
„ chłodnie	„	—	1	—	—	—	1
Parowozy nowe	„	152	16	16	18	50	96
„ tendrzaki	„	2	—	—	—	—	—
„ wąskotorowe	„	24	5	5	3	13	27
Tendry nowe	„	—	11	17	14	42	72
Rowery nowe	„	34166	8306	6725	8669	23700	44184
Maszyny do uprawy ziemi sprzężajowe	„	127889	19442	20041	21433	60916	110050
Maszyny do siewu i sprz.	„	9047	784	826	981	2591	3796
„ do przygotowania paszy	„	17590	3732	3718	4074	11524	21925
„ do omłotu, czyszcz. ziarna	„	11631	1741	1582	1953	5276	9917
„ i apar. rol. inne	„	10069	1310	1438	1465	4213	7754
Odlewy	ton	71048	8402	8446	8112	24960	47540
Naczynia emaliowane	„	6764	637	643	618	1898	3601
Wyroby z blachy	„	13848	1643	1685	1582	4910	9274
„ z drutu	„	38629	4523	5024	4978	14525	27450
Śruby i Części Kute	„	26150	2943	2894	2949	8786	16890
Konstrukcje żelazne	„	14125	1320	1304	1519	4143	7014
Kotły i zbiorniki	„	4776	301	320	342	963	1968
Poza tym Zakł. Ostrowieckie wykonały węglarek	szt.	—	145	140	240	525	900

WYTWÓRCZOŚĆ ZA III KWARTAŁ W TYS. ZŁ. WG CEN Z 1937 R.

Zjednoczenie Przemysłu	Rok 1947 Lipiec	Rok 1947 Sierpień	Rok 1947 Wrzesień	1947 r. III. kwartał	1947 r. II kwartał	% III kw. 1947 r. w porównaniu d. II kw. 1947 r
Obrabiarkowego — Grupa Obrabiarkowa	2870	2978	3131	8979	9178	97,7
„ „ Narzędziowa	1283	1424	1497	4204	3293	127,6
„ „ Precyz.-optyczna	1152	1069	1179	3400	2881	118
Maszyn Rolniczych — Łódź	2048	2023	2100	6171	5255	117,4
„ „ Bydgoszcz	1314	1546	1647	4507	3731	120,7
Taboru i Sprzętu Kolejowego	28543	23052	29114	80709	73431	109,9
Maszynowego — Gliwice	3967	4026	4532	12525	11365	110,2
Motoryzacyjnego	3034	2715	2890	8639	7401	116,7
Państw. Zakłady i Warsztaty Samochodowe	788	822	1147	2757	—	
Odlewniczego — Kraków	2820	3029	3224	9073	7364	123,2
„ Radom	1955	2080	2151	6186	5239	118
Pol-F-k Śrub, Nitów i Części Kutych	4061	3851	4138	12050	12807	94,1
Wyrobów z Blachy — Bytom	3550	3657	3873	11080	10428	106,2
„ „ Kielce	1088	1115	1185	3388	2988	113,3
Pol-F-k Drutu, Gwoździ i Wyr. z Drutu	5061	5136	4827	15024	12899	116,4
Wyrobów z Metali Kolorowych	—	—	—	—	12	
Mebli Stalowych i Okuć Budowlanych	881	943	1118	2942	2855	103
Kotlarskiego	4094	4227	4670	12991	11447	113,4
Budowy Maszyn Włókienniczych	895	1316	1239	3450	3085	111,8
Ogółem	69404	65009	73662	208075	185668	
Państw. Zakł. i Warszt. Samochodowe	788	822	1147	2757		
Wyr. z Metali Kolorowych	—	—	—	—	12	
	68616	64187	72515	205318	185656	110,6

ZATRUDNIENIE ZA III KWARTAŁ 1947 R.

Zjednoczenie Przemysłu	Rok 1947 Czerwiec Ilość zakł.	Rok 1947 Czerwiec Ilość zatrud.	Rok 1947 Lipiec Ilość zakł.	Rok 1947 Lipiec Ilość zatrud.	Rok 1947 Sierpień Ilość zakł.	Rok 1947 Sierpień Ilość zatrud.	Rok 1947 Wrzesień Ilość zakł.	Rok 1947 Wrzesień Ilość zatrud.	% porówn zatr. w m-cu wrześ. 1947 r. do czerwca 1947 r.
Obrabiarkowego — Grupa Obrabiarkowa	13	6769	12	6742	12	6894	12	7427	109,7
„ „ Narzędziowa	9	2089	9	2126	9	2164	9	2364	113,1
„ „ Precyz.-optyczna	17	3388	17	3425	17	3692	17	4038	119,1
Maszyn Rolniczych — Łódź	17	4789	17	4836	17	4902	16	4792	100
„ „ Bydgoszcz	13	3226	13	3330	13	3384	13	3629	112,4
Taboru i Sprzętu Kolej.	12	28622	12	28700	12	28966	12	30747	107,4
Maszynowego	19	8228	19	8381	19	8437	19	8870	107,8
Motoryzacyjnego	14	5726	14	5760	15	5990	15	6418	112
Odlewniczego — Kraków	21	7144	21	7320	21	7425	21	7687	107,6
„ Radom	13	4803	13	4827	13	4928	13	5176	107,7
Pol-F-k Śrub, Nitów i Części Kutych	14	6464	15	6661	15	6810	15	7669	118,6
Wyr. z Blachy — Bytom	14	7043	15	7186	15	7190	15	7670	108,9
„ „ Kielce	9	2585	9	2635	9	2661	9	2944	113,8
Pol-F-k Drutu Gwoździ i Wyr. z Drutu	14	6691	15	6765	13	6830	13	7534	112,5
Mebli Stalowych i Okuć Budowlanych	17	2049	17	2055	17	2077	16	2261	110,3
Kotlarskiego	17	5542	17	5664	17	5765	17	6332	114,2
Budowy Maszyn Włókien.	10	2075	10	3048	10	3007	10	3209	107,8
	244	108133	245	109461	244	111089	242	118767	109,8
Państw. Zakł. i Warszt. Sam.					9	3408	9	3138	
					253	114497	251	121905	

WYTWÓRCZOŚĆ NIEKTÓRYCH WAŻNIEJSZYCH WYROBÓW ZA III KWARTAŁ 1947 ROKU.

Wyrób	Jedn. miary	Rok 1946	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	III kwartał	Od początku roku
Obrabiarki	szt.	1510	236	211	200	647	1838
Wagony towar. nowe	„	4141	935	477	907	2319	6424
„ „ i platf. spec.	„	—	7	—	1	8	28
„ osobowe	„	5	14	7	10	31	62
„ wąskotor.	„	—	50	50	50	150	340
„ cysterny	„	63	25	30	35	90	187
„ chłodnie	„	—	—	—	—	—	1
Parowozy nowe	„	152	18	18	17	53	149
„ tendrzaki	„	2	—	—	—	—	—
„ wąskotorowe	„	24	4	4	4	12	39
Tendry nowe	„	—	19	21	23	63	135
Rowery nowe	„	34166	8783	6356	4544	19683	63867
Maszyny do uprawy ziemi sprzężajowe	„	127889	29694	33343	34178	97215	207265
Maszyny do siewu i sprz.	„	9047	924	940	938	2802	6598
„ do przygotowania paszy	„	17590	4363	3866	4234	12463	34388
„ do omłotu, czyszcz. ziarna	„	11631	2108	2090	2096	6294	16211
„ i apar. rol. inne	„	10069	1681	1710	1582	4973	12727
Odlewy	ton	71048	8925	9144	10881	28950	76490
Naczynia emaliowane	„	6764	663	672	706	2041	5642
Wyroby z blachy	„	13848	1763	1793	1910	5466	14740
„ z drutu	„	38629	5077	5452	5838	16367	43817
Śruby i Części Kute	„	26150	3173	2899	3183	9255	26145
Konstrukcje żelazne	„	14125	1351	1533	1539	4423	11437
Kotły i zbiorniki	„	4776	237	223	312	772	2740
Poza tym Zakł. Ostrowieckie wykonały węglarek	szt.	—	150	150	165	465	1365

PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH

Chłodziwa do skrawania metali

Na dorocznym zebraniu ASME w r. 1946 zostały ogłoszone spostrzeżenia, dotyczące własności chłodzących roztworów wodnych chłodziw, używanych przy skrawaniu metali, a uzyskane drogą prób hartowania.

Zauważono wielokrotnie, że emulsje, roztwory mydła itp. mieszaniny z wodą wykazują w temperaturach powyżej 100° C tak znacznie niższą szybkość chłodzenia od szybkości właściwej czystej wodzie i roztworom solnym, że np. roztworu emulsji olejowej używa się powszechnie dla ciemnego oksydowania powierzchni w tych wypadkach, gdzie zależy na uniknięciu jakichkolwiek śladów zahartowania.

Własności chłodzące emulsji i roztworów mydła są tak niskie, że powinno się unikać nawet zanieczyszczenia nimi chłodziw stosowanych do hartowania.

I tak np. przy zawartości 10% emulsji olejowej w wodzie, współczynnik chłodzenia wynosi 0.11, podczas gdy dla czystego oleju wynosi on 0.48, w porównaniu z 1.0 dla czystej wody.

Celem otrzymania wyników opartych o systematyczne badania, przeprowadzono próby hartowania przy użyciu próbek wykonanych z czterech powszechnie używanych gatunków stali, o własnościach zestawionych w Tabl. I.

TABLICA I.

Oznaczenie SAE gatunku stali	C	Mn	P	S	Twardość pg skali Rockwella
1025	0,18	0,33	0,025	0,030	59B
1035	0,38	0,76	0,020	0,038	90B
1045	0,43	0,80	0,031	0,041	93B
1095	0,91	0,41	0.029	0,036	27C

Stale te były stalami węglowymi, walcowanymi na gorąco i normalizowanymi.

Odpowiednio przygotowane próbki tych stali, ogrzane do żądanych temperatur, były hartowane w zbiorniku o zawartości ok. 6 litrów cieczy chłodzącej, utrzymywanej w stałej temperaturze.

Do prób użyto siedem handlowych gatunków olejów emulgujących, oraz standartowy olej i wodę destylowaną. Olej standartowy posiadał wiskozę równą 100 w jednostkach *Seybolta,* przy temp. 100° F. (38° C).

Analizę użytych siedmiu olejów podaje Tabl. II.

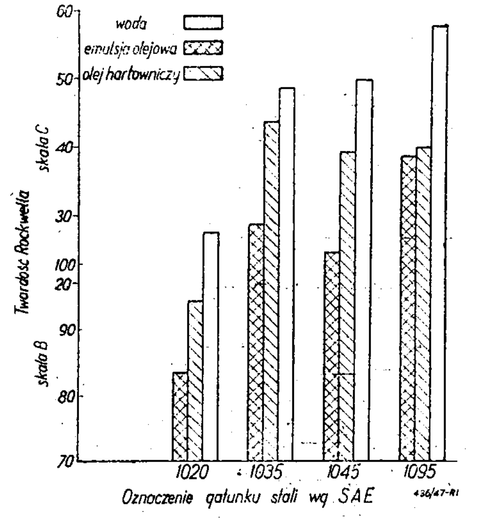
TABLICA II.
Składniki w %

Próbka	Lotne	Zmydlające się	Nie zmydlające się	Woda	Mydło
A	4	0	83	3	10
B	2	6	84	2	6
C	2	5	82	4	7
D	3	6	80	4	8
E	1	5	82	2	10
F	4	0	63	3	30
G	5	25	46	4	20

Rys. 1 podaje wyniki hartowania próbek uzyskane przez hartowanie z temperatury 870° C kolejno w wodzie, w mięszaninie 1 : 15 oleju rozpuszczalnego w wodzie i w oleju do hartowania.

Próby te wykazały, że wyniki hartowania są prawie jednakowe bez względu na gatunek dla pięciu z siedmiu próbowanych olejów.

Dalsze próby nad wpływem chłodziwa na stopień zahartowania próbek, spowodowany raz różnym rozcieńczeniem trzech, silnie różniących się między sobą olejów, wykazały również bardzo nieznaczne różnice w wynikach.



Rys. 1.

Powyższe spostrzeżenia prowadzą do wniosku, że działanie chłodziw używanych przy skrawaniu musi być wytłumaczone w inny sposób, niż wydajnością chłodzenia zachodzącą w okolicy ostrza narzędzia.

Temperatura w punkcie styku ostrza narzędzia z metalem skrawanym jest bliską 600° C. Punkt ten jest dostępny tylko dla tak niewielkich ilości chłodziwa, że chłodzenie w tym punkcie musi odbywać się raczej dzięki przewodnictwu samego metalu przedmiotu, niż przez bezpośrednie zetknięcie metalu z cieczą chłodzącą.

Wprawdzie wpływ masy gorącego metalu odgrywa rolę w wypadku hartowania, gdzie chłodzenie jest tym skuteczniejsze im mniejszą jest masa metalu, jednakże w wypadku skrawania ciepło zostaje wytwarzane w sposób ciągły i wskutek tego wpływ wielkości nagrzanej masy jest mniej ważny.

Doświadczenie ostatnich lat z dziedziny szlifowania gwintów i pracy na szlifierkach z dużymi szybkościami, gdzie chłodzenie zostało uznane za najważniejszą czynność, wykazało konieczność zastosowania oleju równolegle z podwyższeniem szybkości i wydajności skrawania.

Zastosowanie olejów chłodzących o podobnych własnościach co chłodziwa używane przy skrawaniu metali, wpłynęło na znaczne podwyższenie trwałości tarczy szlifierskiej, gładkości wykończenia przedmiotu, oraz na zupełne usunięcie pęknięć pochodzących z wzrostu temperatury przy szlifowaniu.

Powyższe badania mają zbyt wąski charakter, by mogły stanowić podstawę dla wysnucia ostatecznych wniosków, jednakże należy dalej poświęcić uwagę zachowa-

niu się chłodziw podczas skrawania, tak, że nazwa „chłodziwo" zostanie może zmieniona na inną, bardziej dostosowaną do rzeczywistej roli cieczy w przebiegu skrawania.

Praca chłodziwa przy skrawaniu odbywa się dwoma drogami, a mianowicie przez chłodzenie i przez smarowanie.

Częściowe wyjaśnienie nie omówionego w pracy działania smarnego chłodziwa zawierają specjalne prace *H. Ernsta* *).

Skuteczność smarnego działania chłodziwa polega na ustawicznym tworzeniu się warstewki związku chemicznego, jaki zachodzi między chłodziwem, a świeżo oderwaną powierzchnią wióra, która przesuwa się po ostrzu narzędzia. Działanie tej warstewki polega na tym, że posiadając niską wytrzymałość na ścinanie ułatwia ona przesuwanie się wióra i zapobiega przywieraniu cząstek wióra do ostrza. Szybkość tworzenia się tego związku musi być większą niż szybkość przesuwania się wióra po ostrzu, aby nastąpiło ślizganie się wióra. Chłodziwo przedostaje się do miejsca styku wióra z ostrzem na zasadzie zjawiska włoskowatości.

Do składników chłodziw, które tworzą z metalem wióra związki chemiczne o niskiej wytrzymałości na ścinanie należą m. i. siarka i chlor, dzięki którym to składnikom chłodziwa siarkowane i chlorowane zachowują się lepiej niż jakiekolwiek inne, szczególnie w wypadkach materiałów źle obrabialnych.

S. S.

Mechanical Engineering
Vol 69 No 5, pp. 410—412

*) 1. *H. Ernst* — **Physics of metal cutting**, American Society for Metals, 1938.

2. *H. Ernst i M. E. Martelotti* — **Chip formation, friction and finish**, The Cincinnati Milling Machine Co, 1940.

Stale konstrukcyjne, stosowane w przewodach parowych o wysokim ciśnieniu

Stal, narażoną na działanie wyższych temperatur i ciśnień, należy rozpatrzyć zarówno pod względem mechanicznym, jak i jej własności technologicznych przy wyższych temperaturach, z uwzględnieniem zachodzących zjawisk starzenia się tworzywa, rekrystalizacji i płynności materiału. Starzenie się tworzywa jest wynikiem wydzielania się obcych faz na granicach ziarn, do których zalicza się przede wszystkim związki azotowe oraz węgliki i tlenki. Ze zjawiskiem rekrystalizacji spotykamy się przy materiałach, przetworzonych na zimno, tzn. zgniecionych przy normalnych temperaturach, przy czym samą rekrystalizację z punktu widzenia teoretycznego należy wyjaśnić jako dążność cząsteczek, doprowadzonych zgniotem na zimno do stanu przymusowej jednokierunkowości, t. zw. homeotropii, do przejścia w nowy zrównoważony układ. Płynięcie materiału ściśle związane jest z rekrystalizacją tworzywa, z tym, że początek płynięcia następuje przy odpowiedniej temperaturze, zbliżonej do temperatury rekrystalizacji. Fakt ten wzbudza mniemanie wzajemngo uzależnienia tych dwóch zjawisk. Metody badawcze, którymi określamy granicę płynności mogą być krótkoterminowe lub długoterminowe, dostosowane do obciążenia tworzywa w warunkach praktycznych.

Na granicę pełzania stali przy wyższych temperaturach wpływa w pierwszym rzędzie jej skład chemiczny a następnie rodzaj struktury. Pierwiastki stopowe, wytwarzające w stali węgliki, podnoszą w znacznym stopniu granicę płynności tworzywa przy wyższych temperaturach. Do nich zaliczamy przede wszystkim molibden i chrom. O ile chodzi o wpływ struktury, to stale o grubszym pierwotnym ziarnie austenitu oraz o strukturze przejściowej wykazują wysoką granicę płynności. Stabilizację przejściowych struktur można osiągnąć np. przez domieszkę molibdenu. Przy długotrwałym obciążeniu tworzywa w ruchu można zauważyć rozrost ziarn, powodujący z czasem pęknięcia materiału, w którym nie spostrzeżono żadnej deformacji kryształów.

O ile chodzi o gatunki stali, znane są dziś stale z domieszką molibdenu, chromu i miedzi, nawet i krzemu oraz glinu, wytrzymujące temperatury do 600°C. Stale stopowe, namiastkowe, stosowane w Niemczech w czasie ostatniej wojny z domieszką manganu i wanadu dały gorsze wyniki. Całkowita zawartość składników stopowych w stalach niskostopowych, stosowanych do przewodów parowych o wysokim ciśnieniu i wysokiej temperaturze (150 atn. i ca. 600° C) nie przekracza 1,5%, zaś średniostopowych, używanych przede wszystkim w przemyśle chemicznym przy produkcji benzyny syntetycznej, dochodzi do ca. 10%.

W ostatnich latach zauważono w Ameryce dotąd nieznane zjawisko t. zw. grafityzację, polegające na wydzieleniu się strukturalnego wolnego węgla we formie grafitu, przede wszystkim w rurach stalowych. Stwierdzono, że zjawisko grafityzacji zachodzi w stalach o wyższej zawartości glinu, natomiast nie spotykane jest w stalach stopowych z domieszką molibdenu i chromu. Odpowiednim zabiegiem metalurgicznym można zapobiec temu niepożądanemu zjawisku.

Własności mechaniczne oraz skład chemiczny niektórych gatunków stali, stosowanych do przewodów parowych o wyższej temperaturze są następujące.

a. skład chemiczny i własności mechaniczne przy norm. temperaturze.

Gatunek stali	%C	% Mn	% Si	% Cr	% Mo	Rr kg/mm²	A % 10d
stal 35	0.10	0.45	0.15	—	—	35—45	20
„ 45	0.20	0.50	0.15	—	—	45—55	17
„ 55	0.30	0.55	0.20	—	—	55—65	15
„ Mn-Si	0.20	1.60	0.60	—	—	45—60	18
„ Cr-Mo	0 20	0.60	0.20	0,8	0.35	45—55	18

b. własności mechaniczne przy wyższych temperaturach.

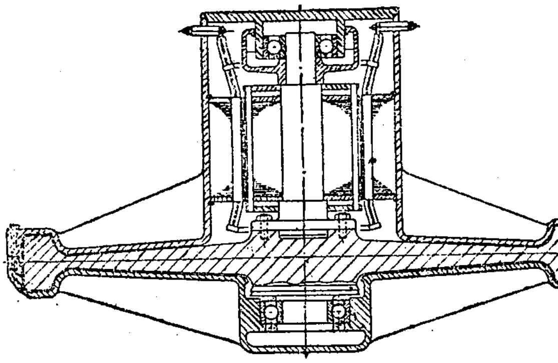
Gatunek stali	granica płynięcia kG/mm² w t° 20	100	200	300	350	400	500	550	gran. pełz. kG/mm² 400	450	500	550	600
stal 35	23	22	19	15	13	11	7	—	9	5	—	—	—
„ 45	26	25	21	17	15	13	9	—	10	6	—	—	—
„ 55	30	28	23	20	17	15	11	9	11	7	3	—	—
„ Mn-Si	29	27	23	21	19	17	13	10	14	12	7	3	—
„ Cr-Mo	30	29	27	25	23	21	19	14	20	17	13	8	6

Skrót referatu, wygłoszonego przez Dr. Inż *Bohumila Poctę* na XX. Zjeździe Czechosłowackich Inżynierów, dnia 12 — 16 czerwca 1947 w Morawskiej Ostrawie.

Irena Dworzak.

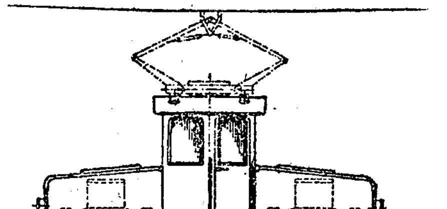
Nowy napęd pojazdów

Napęd elektryczny wozów tramwajowych czy kolejowych posiada poważne zalety pod względem ekonomii i prostoty, lecz wymaga bądź sieci napowietrznej, budowa której podnosi koszty zakładowe, bądź też stosowania akumulatorów, stanowiących kosztowny balast. Na zupełnie nowej zasadzie opiera się system napędu opracowany przez szwajcarską Fabrykę Maszyn *Oerlikon;* polega on na magazynowaniu energii kinetycznej w kole zamachowym, rozpędzanym za pomocą silnika elektrycznego i następnie oddającym nagromadzoną energię organom napędowym wozu. Po prawie 3-letnich próbach znaleziono rozwiązanie, nadające się do zastosowania praktycznego.



Rys. 1. Silnik prądnica i koło zamachowe „elektrożyra" wytwórni Oerlikon.

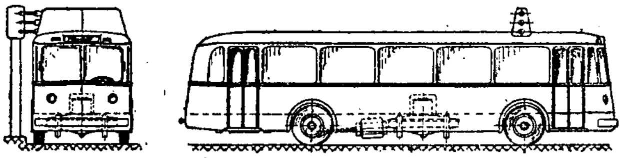
Urządzenie to, któremu nadano nazwę „elektrożyro", składa się z koła zamachowego wykonanego z wysokowartościowej stali chromoniklowej, wirującego na łożyskach kulkowych w hermetycznie zamkniętym kadłubie wypełnionym wodorem. Z kołem tym połączony jest bezpośrednio wirnik krótkozwartego silnika trójfazowego, który po przyłączeniu do normalnej sieci elektrycznej rozpędza koło zamachowe do ok. 3000 obr/min. Aczkolwiek silnik jest krótkozwarty, jednak budowa jego umożliwia utrzymanie stałego natężenia prądu i osiągnięcie współczynnika mocy powyżej 0,8. Takie „ładowanie" trwa w normalnych warunkach ok. 1 minuty i może być powtarzane dowolnie często; można je zatem uskuteczniać na przystankach przewidzianych w rozkładzie jazdy bez nadmiernego ich przedłużania. Umieszczenie koła i silnika w zamkniętym wspólnym kadłubie, czyni zbędnymi wszelkie dławnice na wale; na zewnątrz wychodzą tylko



Rys. 2. Lokomotywa elektryczna zaopatrzona w „elektrożyro".

przewody nieruchomego uzwojenia stojana. Atmosfera wodoru wpływa dodatnio na chłodzenie silnika i zmniejsza opory tarcia; po wyłączeniu prądu koło zamachowe wiruje w ciągu 10—15 godzin (bez obciążenia). Umożliwia to stosowanie nawet dłuższych postojów bez obawy wyczerpania zapasu energii.

Podczas jazdy silnik zostaje wzbudzany przy pomocy kondensatorów i pracuje jako prądnica, dostarczająca prądu trójfazowego do silników napędowych. Gdy obroty koła spadną do połowy, t. j. ok. 1500 obr/min, należy je ponownie rozpędzić. Silniki napędowe posiadają urządzenie pozwalające na regulację liczby obrotów w granicach stosunku 1:5 bez wyczuwalnych strat. Rys. 1 przedstawia przekrój „elektrożyra"; widoczne tu jest koło zamachowe, 2 silne łożyska kulkowe, silnik-prądnica oraz wspólny kadłub. W pierwszym próbnym ciągniku z roku 1946 urządzenie napędowe zostało ustawione na podwoziu starej lokomotywki rozrządowej. Przeprowadzone próby wykazały, że maszyna ta spełniła postawione jej zadania: jedno wyładowanie wystarczało na przebycie 10 — 15 km wraz z wagonem przyczepnym po torze poziomym; odległości między przystankami są zawyczaj mniejsze.



Rys. 3. Autobus napędzany za pomocą elektrożyra. Sposób pobierania prądu na przystankach.

Elektrożyro nadaje się do obsługi linii, na których nie ma znaczniejszych wzniesień, a przystanki rozmieszczone są w regularnych odstępach. Mogą to być koleje normalne lub podmiejskie, tramwaje lub linie autobusowe; również lokomotywy fabryczne i rozrządowe mogą korzystać z tego środka napędowego; szczególne korzyści daje zastosowanie elektrożyra w kopalniach, gdzie zazwyczaj wysokość korytarza nie pozwala na przeprowadzenie górnego przewodu, a z drugiej strony chodzi o maszynę nie dającą iskier, mogących spowodować wybuch gazów.

Napęd ten można również z korzyścią zastosować do statków przybrzeżnych (t. zw. tramwajów wodnych) i promów.

We wszystkich przypadkach, gdy nie chcemy rezygnować z dogodności napędu elektrycznego, a względy specjalne np. estetyczne stoją na przeszkodzie budowie przewodu górnego — elektrożyro daje korzystne rozwiązanie. Aby uczynić maszynę bardziej uniwersalną, a zwłaszcza umożliwić pokonywanie znaczniejszych wzniesień, zastosowano urządzenie dodatkowe pozwalające na zasilanie silników prądem jednofazowym, pobieranym z przewodu górnego. Taką lokomotywę przedstawia rys. 2. Ma ona ciężar 18 t i przewozi przy jednorazowym naładowaniu ok. 600 tonokilometrów; przy 4 ładowaniach po 1—2 min. na godzinę uzyskuje się 2400 tkm na godzinę. Pałąk pozwala na pobieranie prądu z przewodu górnego na tych odcinkach drogi, gdzie jest to możliwe i potrzebne. Na spadkach działają hamulce elektryczne, wytwarzające prąd do ładowania elektrożyra.

J. K.

Revue Technique Suisse z 4 września 1947 oraz The Engineer z 13 czerwca 1947.

Ciężki stop

Inżynier ciągle staje przed zagadnieniem zrównoważenia mas części ruchomych różnego rodzaju maszyn. W wielu przypadkach można to uzyskać tylko przez zastosowanie odpowiedniej symetrii kształtów, lecz gdy takie zrównoważenie nie jest możliwe, wówczas stosuje się osobne przeciwwagi. Gdy posiada się wystarczającą przestrzeń do umieszczenia przeciwwag, zastosowanie ich nie nastręcza większych trudności i często widzi się maszyny, zaopatrzone w masywne bloki z surówki które służą jedynie do zrównoważenia jej ruchomych części. Jednakże w wielu przypadkach, gdy przestrzeń do umieszczenia przeciwwagi jest zbyt ograniczona, lub też gdy nie da się zastosować ołowianej przeciwwagi z powodu niskiej temperatury topienia i złych właściwości mechanicznych ołowiu, stosowanie takich przeciwwag napotyka poważne trudności. Te czynniki były bodźcem do poszukiwań wytrzymałego materiału o ciężarze właściwym równym ciężarowi właściwemu ołowiu lub nawet większym. Oczywiście niektóre szlachetne metale, jak np. złoto i platyna posiadają gęstość prawie dwa razy większą niż ołów. lecz cena tych metali stoi na przeszkodzie do zastosowania ich jako zwykłych materiałów konstrukcyjnych. „Ciężki stop", wynaleziony przez *„Research Laboratories of the General Electric Company Ltd"* stanowi całkowicie nowe tworzywo konstrukcyjne, dające się korzystnie zastosować w przemyśle. Tworzywo to o wytrzymałości równej wytrzymałości stali ale dwa razy cięższe, oraz dające się łatwo wytwarzać w postaci jednolitej i przy umiarkowanych kosztach produkcji, otwiera nowe możliwości dla konstruktorów (rys. 1).

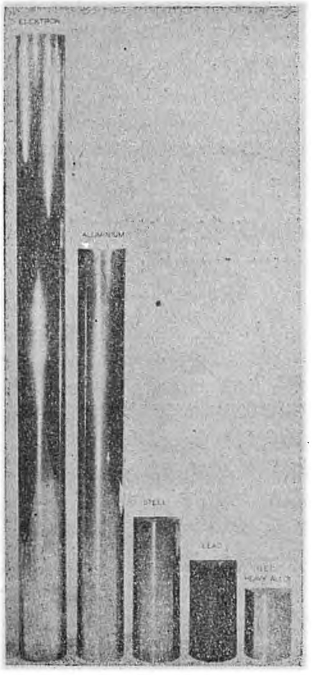


Fig. 1. Próbki, przedstawiające względne gęstości różnych metali. W kolejności: elektron, aluminium, stal, ołów, ciężki stop G. E. C. Wszystkie próbki posiadają jednakowy ciężar i przekrój poprzeczny.

Ciężki stop został wytworzony przez spiekanie sproszkowanych metali i zawiera około 90% wolframu, resztę zaś stopu stanowią nikiel i miedź. Otrzymuje się go przez spiekanie sprasowanych kształtek z mieszaniny sproszkowanych metali w temperaturze w przybliżeniu 1450° C. W przeciwieństwie do czystego wolframu ciężki stop dobrze nadaje się do obróbki mechanicznej: wiercenia, gwintowania, strugania, moletowania, nie nastręczając przy tym żadnych trudności. Jest on całkowicie odporny na działanie czynników atmosferycznych i słonej wody; chociaż, w razie potrzeby, może on być zaopatrzony w ochronną warstwę niklu, chromu lub kadmu. Ponadto nadaje się on do twardego lutowania w zwykły sposób za pomocą mosiądzu lub srebra lub też sposobem specjalnym w atmosferze wodoru. Powyższe sposoby łączenia nie różnią się od sposobu łączenia pokrewnych stopów.

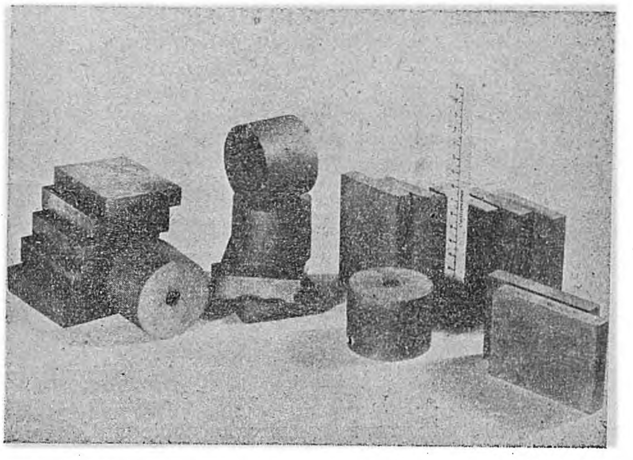


Fig. 2. Przeciwwagi z ciężkiego stopu, nie obrabiane mechanicznie.

W następującej tabeli podano najważniejsze własności:

Wytrzymałość na rozciąganie	kG/cm²	6500
Granica sprężystości	kG/cm²	5900
Wydłużenie	% na 1 cal	3
Wytrzymałość na ściskanie	kG/cm² >	20000
Twardość Brinella		290
Moduł wydłużenia sprężystego E	kG/cm²	0,225 . 10-⁶
Wskaźnik sprężystości postaciowej G	kG/cm²	0,118 . 10-⁶
Wytrzymałość na skręcanie:	kG/cm²	7300
Ciężar właściwy		16 — 17
Współczynnik rozszerzalności cieplnej	20—420° C	5,6 x 10-⁶
Przewodność elektryczna	Ohm-¹. cm-¹	0,68 x 10-⁶
Opór elektryczny	ohm. cm . .	1,47 x 10-⁶
Przewodnictwo cieplne w układzie C.G.S	.	0,25

Jest szczególnie ciekawym, że przemysł lotniczy, pomimo stałego dążenia do zastosowania możliwie lekkich i ultralekkich stopów, zastosował w dwóch ważnych przypadkach ciężki stop do wyważania powierzchni ruchomych lotek i wałów korbowych silnika. W ten sposób np. w celu uzyskania statycznego i dynamicznego wyważenia lotki mogą być stosowane dość ciężkie przeciwwagi, umieszczone przed tylnym dźwigarem wewnątrz pokrycia płatu. Przestrzeń do umieszczania takiej przeciwwagi jest bardzo ograniczona, kąt ruchu lotki jest ograniczony łukiem, po którym może poruszać się przeciwwaga nie do-

tykając wewnętrznej powierzchni pokrycia płatu. W tym szczególnym przypadku zastosowanie cięższego materiału może posiadać podwójne korzyści. Po pierwsze uzyskuje się przez to zupełną swobodę ruchu lotki i po drugie przeciwwaga o mniejszej objętości może być umieszczona dalej od osi obrotu, dzięki czemu jej rzeczywisty moment będzie większy, czyli odwrotnie lotka może być zrównoważona przy równoczesnym zmniejszeniu ogólnego ciężaru.

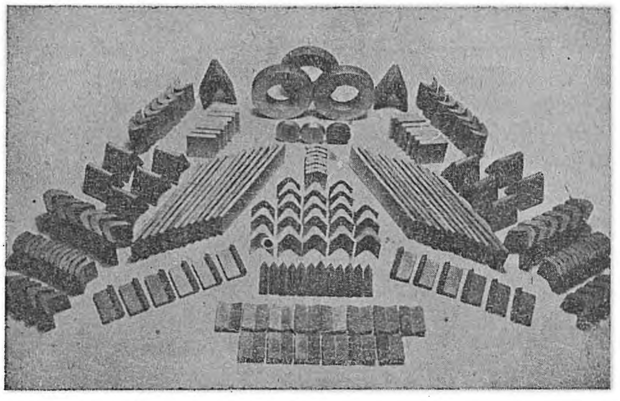


Fig. 3. Końcówki styków wyłączników elektrycznych wykonane z ciężkiego stopu, przy czym żądane wymiary uzyskiwane są przez prasowanie i spiekanie.

Ciężki stop może być również korzystnie zastosowany do wyważania nastawnych śmigieł, sprzęgieł odśrodkowych i tłumików drgań oraz w wielu innych przypadkach, gdzie jest wymagane zastosowanie ciężkiej przeciwwagi w ograniczonej przestrzeni (rys. 2). Stwierdzono również korzyści zastosowania tego stopu do wyrobu żyroskopów i żyrokompasów. Ponieważ moment bezwładności obracającego się ciała jest wprost proporcjonalny do jego masy, przeto wirnik wykonany z ciężkiego stopu jest w stanie zmagazynować podwójną ilość energii w porównaniu do wirnika o tych samych wymiarach, wykonanego ze stali.

Ciężki stop może również znaleźć zupełnie inne zastosowanie, szczególnie w elektrotechnice. Dzięki dużej zawartości w nim wolframu ciężki stop jest idealnym materiałem do wyrobu łukowych styków, zanurzonych w oliwie przełączników elektromagnetycznych dla silnych prądów. Wolfram został już dawno uznany jako korzystny materiał do tego celu, lecz napotyka się duże trudności przy wykonywaniu z tego metalu styków o żądanym przekroju poprzecznym. Zastosowanie ciężkiego stopu usuwa powyższe niedogodności, ponieważ będąc produktem sprasowanym i spieczonym, umożliwia wykonanie styków o dokładnych wymiarach z pominięciem obróbki mechanicznej (rys. 3). Styki z ciężkiego stopu są bardzo odporne na szkodliwe działanie łuku elektrycznego.

Wreszcie należy zaznaczyć o szerokim zastosowaniu tego materiału do wyrobu zbiorników, stosowanych do przechowywania dużych ilości radu, używanego np. w medycynie lub do radograficznego badania tworzyw. Właściwie początkowo ciężki stop został wynaleziony do tego celu. Przy przechowywaniu radu jest wymagane zabezpieczenie od szkodliwego działania jego promieni. Zdolność metalu pochłaniania promieni jest zwykle wprost proporcjonalna do jego ciężaru właściwego. Zatem im większy jest ciężar właściwy metalu użytego do wykonania takiego zbiornika, tym mniejsze wymiary taki zbiornik może posiadać. Większość ważnych centrów radowych w Wielkiej Brytanii są zaopatrzone w zbiorniki do przechowywania radu, wykonane z ciężkiego stopu.

G. H. P. Price Research Laboratorie et G. E. C. Wembley.

Materiał i fotografie pochodzą z „Bureau of Scientific Information, British Council", Warszawa, Górnośląska 39.

Stopy odporne na wysokie temperatury

Zainteresowania konstruktorów w dziedzinie energetyki skupiają się obecnie w dużym stopniu na zagadnieniu turbiny gazowej, w której czynnikiem pracującym są spaliny o wysokiej temperaturze, działające na łopatki wirnika. Sprawność turbiny, jak i każdej maszyny cieplnej, zależy od temperatury czynnika, dlatego też warunkiem rozwoju turbiny jest posiadanie materiałów na łopatki, zdolnych do pracy w wysokich temperaturach bez straty swych własności wytrzymałościowych i bez nadmiernej korozji wywoływanej przez obecność tlenu w spalinach. Stal nie jest tu odpowiednia, gdyż w temperaturze czerwonego żaru pod wpływem naprężeń wywołanych przez siły odśrodkowe powstające przy wirowaniu — następuje t. zw. pełzanie materiału, t. j. łopatki wydłużają się ponad wielkość dopuszczalnego luzu między wirnikiem a stojanem.

W początkach żywszego rozwoju turbin gazowych, t. j. ok. r. 1940, temperatura dopuszczalna ograniczona była do 650°, co pozwalało na osiągnięcie sprawności ok. 23%. Marynarka Amerykańska, zapoczątkowując wtedy studia nad możliwościami rozwojowymi turbin gazowych dla celów wojennych, postawiła nast. wymagania co do materiałów na łopatki: powinny one móc pracować conajmniej 100 godz. w temperaturze 820°C przy naprężeniu 14 kG/mm²; wydłużenie wywołane przez pełzanie nie powinno przekraczać 1% po 100000 godz. pracy przy naprężeniu 4,9 kG/cm². Wymagania te znacznie przewyższały jakość materiałów będących wtedy do dyspozycji i zmusiły wytwórców do intensywnych badań.

Jednym z pierwszych stopów, jaki znalazł zastosowanie, był t. zw. „*Vitallium*", znany już dawniej w produkcji narzędzi dentystycznych i chirurgicznych; zawiera on 65% kobaltu, 29% chromu i 6% molibdenu.

Później wytworzono materiały o lepszych jeszcze własnościach, przewyższające postawione wymagania. Stop zawierający 20% niklu, 21% chromu, 21% kobaltu (reszta żelazo i niewielkie ilości innych składników) — znosi naprężenie 10,5 kG/mm² przy temperaturze 820°C bez nadmiernego pełzania. Pewne odmiany *Vitallium* pracują ponad 7000 godz. przy przepisanej temperaturze i naprężeniu.

Te i niektóre inne materiały o dużej odporności na wysokie temperatury nie mogą być odkuwane ani obrabiane mechanicznie; nadawanie kształtu musi odbywać się jedynie drogą odlewania w precyzyjnych formach. Istnieją stopy odporne na 820°C i nadające się do przekuwania, ale pod względem wytrzymałości i pełzania ustę-

pują wyżej wymienionym. Stop zawierający 60% chromu, 25% molibdenu i 15% żelaza posiada przy 870°C wytrzymałość większą niż poprzednie wymienione przy 820°C, lecz nastręcza trudności produkcyjne wskutek b. wysokiej temperatury topliwości.

We wszystkich stopach musi być conajmniej 20% chromu celem zabezpieczenia ich od korozji i utlenienia w wysokiej temperaturze. Postępy w dziedzinie metalurgii przeniosły punkt ciężkości zagadnień turbinowych z kwestii metali na sprawy konstrukcji i spalania.

Osiągnięcie sprawności 30% stawia turbinę gazową w rzędzie najbardziej wartościowych silników cieplnych.

J. R.

Elektryczne przebijanie otworów w matrycach diamentowych

Amerykańskie Biuro Normalizacyjne *(National Bureau of Standards)* opracowało nowy sposób elektrycznego przebijania otworów w matrycach diamentowych, szczególnie nadający się do małych matryc, używanych do przeciągania cienkiego i twardego drutu. Metoda ta jest lepsza i ekonomiczniejsza od dotychczas stosowanych, dając prawie 100 godzin roboczych oszczędności pracy, a pozatym wymagane urządzenia są całkiem proste, dostępne zarówno dla wielkich jak i małych przedsiębiorstw, oraz nie wymagające specjalnych kwalifikacji ze strony obsługi.

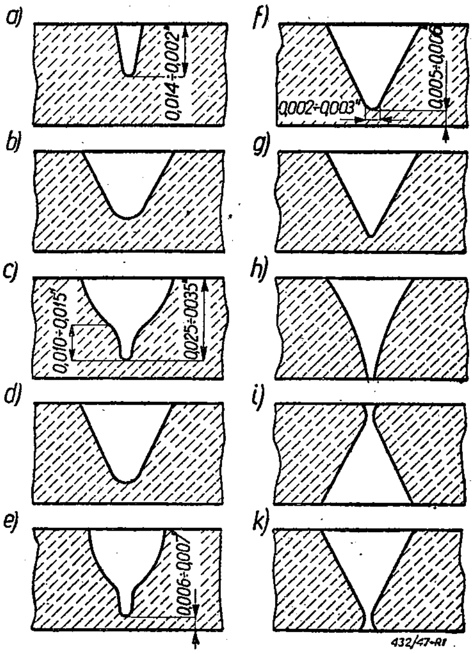
Początkowe wgłębienie stożkowe (rys. 1a) tworzy się dzięki iskrzeniu wywołanemu przez prąd wysokiego napięcia w punkcie styku igły elektrody, opierającej się na powierzchni diamentu. Energia elektryczna dostarczana jest z kondensatora ładowanego przez transformator za pośrednictwem iskrownika. W miarę wzrostu napięcia iskrzenie powstaje najpierw w iskrowniku, poczym następuje wyładowanie iskrowe przez diament między ostrzem elektrody i mosiężną obsadą diamentu. Gdybyśmy nie wstawili w obwód iskrownika, otrzymalibyśmy w miejscu styku elektrody z diamentem prawie że ciągły łuk, powodujący przegrzanie diamentu i powstanie ciemnego nalotu. Szybkość przebijania wzrasta proporcjonalnie do pobieranej mocy prądu, którą reguluje się w ten sposób by igła elektrody nie rozgrzewała się do czerwoności.

Otwór uzyskany w drodze iskrzenia rozwierca się na stożek metodami mechanicznymi (rys. 1b). Zabiegi te powtarzamy naprzemian jeszcze dwukrotnie (rys. 1c, d, e, f).

W następnej fazie przebijania stożka używa się wyładowań prądu o niskim napięciu (ok. 90V) w roztworze elektrolitycznym. Płytkę diamentową umieszcza się na izolowanej podstawie wewnątrz płaskiego naczynia szklanego, które następnie napełnia się elektrolitem tak by diament był całkowicie zanurzony. Szpilkę elektrody (ze stopu platyny z irydem) opuszcza się do wnętrza poprzednio wydrążonego otworu tak by się opierała o jego dno z siłą około 1/5 grama. Drugą elektrodę zanurza się w otworze w pewnej odległości od diamentu. Pod wpływem prądu tworzy się pod elektrodą dalsze stożkowe wgłębienie o gładkich ściankach. Kształt otworu i kąt nachylenia ścianek zależy od rodzaju elektrolitu, podczas gdy wielkość otworu można regulować siłą nacisku igły. Moc prądu w obwodzie kontroluje się głębokością zanurzenia diamentu w elektrolicie i wielkością napięcia.

Cała produkcja matrycy diamentowej rozbija się zasadniczo na 10 zabiegów (rys. 1), z których niektóre polegają na drążeniu elektrycznym, pozostałe zaś na wierceniu mechanicznym.

Przed przystąpieniem do wiercenia otworu diament jest oszlifowany z góry i z dołu tak by uzyskać dwie ściśle równoległe ścianki. Prócz tego szlifuje się okienko boczne, które służy do obserwowania procesu przebijania otworu.



rys. 1. a) Zaznaczenie miejsca i drążenie otworu prądem wysokiego napięcia.
b) Mechaniczne rozwiercanie stożka.
c) Drążenie elektryczne.
d) Mechaniczne rozwiercanie stożka.
e) Końcowe drążenie elektryczne prądem wysokiego napięcia.
f) Mechaniczne rozwiercanie.
g) Drążenie elektrolityczne (roztwór NaCl)
h) „ „ („ KNO_3)
i) „ „ z odwrotnej strony (roztwór NaCl).
k) Wykończenie i polerowanie.

Amerykańskie Biuro Normalizacji twierdzi, że wyżej opisany proces fabrykacji pozwala na uzyskanie matryc o lepszej charakterystyce zużycia w pracy, w porównaniu z matrycami produkowanymi metodami czysto mechanicznymi. Mechaniczne wiercenie otworu powoduje nieuniknione naprężenia na ściankach otworu matrycy, co z kolei obniża wytrzymałość materiału. W rezultacie często występuje zjawisko odłupywania się drobnych cząstek diamentu na wewnętrznej powierzchni stożka, zwłaszcza w miejscu największego przewężenia.

Badania przy pomocy światła spolaryzowanego wykazały, że ścianki otworów drążonych metodą elektryczną są całkowicie wolne od tych niepożądanych naprężeń

i dlatego zużywają się znacznie wolniej przy przeciąganiu drutu.

Najczęstszy zakres zastosowań matryc wierconych elektrycznie obejmuje przeciąganie drutów b. cienkich (do ok. 0,04 mm średnicy).

Mikroskopowy aparat do badania twardości

(Micrchardness Tester).

Laboratorium Badawcze Związku Przemysłu Stalowego Stanów Zjednoczonych w Delaware *(Research Laboratory of United States Steel Corporation of Delaware)* skonstruowało nowy aparat umożliwiający pomiary twardości poszczególnych kryształów stali. Pomiar zajmuje tak mało miejsca, że trzy pomiary mogą być wykonane na przestrzeni równej grubości ludzkiego włosa. Przyrząd składa się z diamentu w kształcie odwróconego ostrosłupa o podstawie kwadratowej i kącie wierzchołkowym 136°, stolika mieszczącego badaną próbkę, mikroskopu, powiększającego 500 — 1500 razy, oraz skrzynki kontrolnej.

Aparat działa na takiej samej zasadzie jak dotychczasowe przyrządy tego typu, tylko w znacznie zmniejszonej skali. Próbka badanej stali jest najpierw przygotowywana przez szlifowanie (uważając, by to nie wpłynęło na strukturę materiału pod powierzchnią) poczym naprzemian poleruje się ją i poddaje lekkiemu działaniu kwasu, dla uwidocznienia granic poszczególnych kryształów.

Następnie operator, pod mikroskopem obiera powierzchnię, która ma być badana, poczym przesuwa próbkę pod przycisk diamentowy, który wolno, pod określonym obciążeniem w granicach paru gramów, wytłacza ślad w kształcie mikroskopijnego kwadratu. Wówczas próbka ponownie wędruje pod mikroskop, gdzie wykonuje się pomiar twardości materiału.

Mechanical Engineering Nr. 5/47.

KRONIKA I KOMUNIKATY

Inż. Z. Lutosławski

VIII KONGRES NAUKOWEJ ORGANIZACJI.

8-my Kongres Naukowej Organizacji odbył się w lipcu tego roku w Stockholmie.

CIOS — jest to skrót oficjalny nazwy *Confederation International d'Organisation Scientific.* odbył już siedem takich zjazdów przed wojną, najpierw w Pradze (1924), potem Brukseli (1925), Rzymie (1927) Paryżu (1929), Amsterdamie (1932), Londynie (1935) wreszcie ostatni w roku 1938 w Waszyngtonie.

Wojna przeszkodziła w zorganizowaniu następnego kongresu, który miał się odbyć w roku 1941 w Szwecji i dopiero po zakończeniu jej zdecydowano zaprosić na bieżący rok delegatów 23 państw do Stockholmu.

Organizacją zajął się Narodowy Komitet Szwedzki, który w ciągu roku dokonał wszystkich prac przygotowawczych opracowania programu obrad oraz dla przyjęcia 1300 członków Kongresu.

Cel Kongresu został ujęty przez gospodarzy w następujących tezach:

1. Stworzenie miejsca spotkania dla ludzi zajmujących odpowiedzialne stanowiska w poszczególnych państwach w celu wymiany poglądów i doświadczeń.

2. Zapoznanie się z postępem w różnych dziedzinach naukowego kierownictwa, jaki miał miejsce od ostatniego kongresu w Waszyngtonie.

3. Ustalenie i sprawdzenie tych metod kierownictwa, które pozwolą na osiągnięcie największego postępu.

4. Przedyskutowanie środków dla uniknięcia zatargów między dyrekcją a pracownikami w duchu zrozumienie pełnej odpowiedzialności dla dobra ogólnego.

5. Zbadanie dróg i środków dla przyspieszenia szkolenia tak w interesie kierownictwa jak i ogólnego podniesienia myśli ekonomicznej.

6. Przedyskutowanie funkcji planu gospodarczego w różnych dziedzinach.

Przeprowadzenie tych tez w pracach Kongresu było pracą trudną, jednak wykonaną z podejściem do sprawy rzeczywiście naukowym.

Poza oficjalnym otwarciem w czasie którego przewodniczący CIOS *p. Wiliam L. Batt,* Prezes Koncernu SKF w Stanach Zjednoczonych, wygłosił pierwszy referat o „Zadaniu naukowego kierownictwa w podniesieniu standartu życiowego ludzi", odbyły się 3 posiedzenia plenarne i 14 posiedzeń sekcyj.

Na zebraniach plenarnych wygłoszono po 3 referaty poruszające niżej podane zagadnienia:

1. Filozofii i zastosowanie naukowej organizacji.
2. Regionalne i miejscowe planowanie w nowoczesnym społeczeństwie.
3. Zależność i odpowiedzialność kierownictwa i pracowników w przemyśle.

W sekcjach rozpatrywano zagadnienia bardziej specjalne, a mianowicie:

1. Administracja przedsiębiorstw (3 referaty).
2. Gospodarstwo domowe (4 referaty).
3. Szkolenie kadr administracyjnych (7 referatów).
4. Administracja produkcji (8 referatów).
5. Organizacja biura (4 referaty).
6. Nowoczesne warunki mieszkaniowe (4 referaty).
7. Administracja personelem (5 referatów).
8. Kontrola kosztów i budżetów (5 referatów).
9. Kierownictwo w rolnictwie (7 referatów).
10. Postęp techniczny w produkcji (5 referatów).
11. Wybór pracowników i szkolenie (7 referatów).
12. Kontrola jakości produkcji (5 referatów).
13. Administracja publiczna (8 referatów).
14. Administracja zbytu (5 referatów).

Jak z powyższego widać zakres prac Kongresu objął bardzo szeroko życie gospodarcze świata.

Postęp organizacyjny w czasie wojny był fantastyczny. Cyfry np. amerykańskich osiągnięć i zakresu prac są w naszych warunkach trudne do wyobrażenia, pomimo że jeszcze daleko było do ideału jak to sami uczestnicy kongresu otwarcie przyznawali. Biurokracja i trudności, z którymi nietylko my dziś walczymy, musiały być aż do

końca wojny stale zwalczane, a wiele procesów wykonywano najbardziej przestarzałymi metodami. Ogólnie stwierdzono, że najlepiej postawione było planowanie i koordynacja wysiłków.

Okres wojenny przyspieszył poważnie ewolucję poglądów socjalnych.

Szkolenie specjalistów z kadr robotniczych było stosowane na wielką skalę, wielu ludzi bez wykształcenia po przeszkoleniu zajmowało kierownicze stanowiska, bo umieli wykonać daną robotę. Szkolenie było też konieczne dla umożliwienia pracownikom korzystania z coraz to nowych wynalazków techniki. — Miliony ludzi zwiększyło poważnie swe wykształcenie techniczne i ogólne, o przy dobrych zarobkach podniosło swój poziom życiowy.

Dalszym wielkim osiągnięciem było wprowadzanie na szerszą skalę mechanizacji w pracy, która bardzo zmniejszyła konieczny wysiłek fizyczny pracownika. Wprowadzenie do produkcji milionów kobiet wywarło poważny wpływ na zwiększenie mechanizacji i oszczędzenie wysiłku jednostki — specjalnie dotyczy to rolnictwa.

Przy budowie wielkich nowych fabryk przemysłu wojennego zwrócono uwagę na warunki pracy, które uległy poważnemu polepszeniu.

Również w dziedzinie ułatwień życia domowego stwierdzony jest wielki postęp, gdyż przedsiębiorstwa dbały o to, aby jego pracownicy mimo pracy w fabryce, mogli się zaopatrzyć w przydziałowe towary itp.

Raport francuski o osiągnięciach organizacyjnych w okresie wojennym bardzo dobrze określił zmiany, jakie zaszły w tym czasie: „Rozszerzenie horyzontów organizacji z horyzontu technicznego na socjalny spowodowało, że wartość dziś posiadają nie aspekty techniczne, tak drogie dla uczni Taylora, ale względy ludzkie".

Poza przeglądem osiągnięć w poszczególnych dziedzinach, w czasie obrad Kongresu poruszono wiele problemów tyczących się wykorzystania doświadczenia doby minionej na przyszłość. Kłopoty gospodarcze poszczególnych państw są poważne i dużo troski kładziono, aby zbadać nawzajem, jak inni zwalczają swoje trudności.

Przewagę w referatach mieli Amerykanie, którzy na ogólną ilość 83 zgłosili 25, następnie Anglicy, Szwedzi i Francuzi zgłosili po kilkanaście, reszta przypada na pozostałe państwa.

Językiem oficjalnym w czasie obrad był angielski i francuski z wielką przewagą jednak tego pierwszego.

Organizatorzy Kongresu zadbali o to, aby zapoznać gości z praktycznymi osiągnięciami organizacyjnymi w Szwecji. Specjalna obsługa biura zjazdu ułatwiała nawiązywanie kontaktów fachowych w dziedzinach interesujących poszczególnych uczestników — poza tym zorganizowano szereg wycieczek do zakładów handlowych, przemysłowych, urzędów, instytutów itp. Po zamknięciu zaś Kongresu zorganizowano kilkanaście wycieczek dwudniowych dla umożliwienia zobaczenia innych ośrodków przemysłowych szwedzkich. Po tych wycieczkach były przewidziane jeszcze tygodniowe podróże po Szwecji, Danii, Norwegii i Finlandii — te wycieczki miały już raczej charakter turystyczny.

Specjalną uwagę zwrócono na pierwszą tezę o której wspomniałem mówiąc o celach Kongresu, t. j. na możność poznania się między sobą uczestników. Jest to niemożliwe w czasie obrad, to też zorganizowano szereg spotkań towarzyskich, wycieczek itp., poza tym codzienne wspólne posiłki południowe ułatwiały poznanie i rozmówienie się z wieloma ciekawymi ludźmi.

W czasie Kongresu mieliśmy możność również zapoznania się z obfitą literaturą organizacyjną, której brak u nas w kraju tak bardzo daje się odczuwać. Udostępnienie i zaszczepienie tych zdobyczy naszym nowym kadrom pracowniczym jest jak najbardziej pożądane, dla przyspieszenia u nas postępu technicznego.

Sądzę, że z czasem i u nas wyrobią się fachowcy, doradcy organizacyjni, którzy swym doświadczeniem służyć będą innym.

Na podkreślenie zasługuje fakt jak bardzo doceniają nasze władze państwowe sprawy oragnizacyjne, gdyż na Kongres zostało delegowanych 11 przedstawicieli Centralnego Urzędu Planowania, Ministerstwa Przemysłu, Instytutu Naukowej Organizacji.

Przewodniczącym delegacji polskiej był dziekan wydziału rolniczego Uniwersytetu Jagiellońskiego *prof. Schmidt.*

Jestem przekonany, że materiały przywiezione z Kongresu do kraju, które uczestnicy stopniowo udostępnią szerszemu ogółowi przez prasę i odczyty, przyczynią się do dalszego usuwania marnotrawstwa w życiu gospodarczym.

Następny Kongres ma się odbyć za 3 lata. Miejsce tego kongresu nie zostało zdecydowane — zaproszenia zgłosiła Polska i Brazylia. Decyzja w tej sprawie ma zapaść za rok.

Po tak świetnie, z kolosalnym nakładem pracy i kosztów (dotacje przemysłu szwedzkiego na koszta zjazdu wyniosła 500 tys. koron) zorgainzowanym zjeździe, organizatorzy następnego kongresu będą mieli zadanie bardzo trudne.

KOMUNIKAT KOŁA LOTNICZEGO SIMP (ZPIL).

W dniu 30-go maja r. b. utworzyło się przy SIMP Koło Lotnicze skupiające w sobie inżynierów i techników lotniczych, członków SIMP, zatrudnionych w lotnictwie. Nawiązując do tradycji Koło postanowiło zachować dawny skrót nazwy stowarzyszenia: ZPIL, podobnie jak to uczynił SIMP.

Głównym zadaniem Koła jest praca samokształceniowa członków celem podniesienia poziomu wiedzy lotniczej w Polsce. W tym celu Koło organizuje odczyty, kursy i wycieczki, a ponadto będzie prowadziło działalność naukowo-publicystyczną na łamach czasopism „Przegląd Mechaniczny" i „Mechanik".

Do Zarządu Koła zostali wybrani na Walnym Zebraniu organizacyjnym: przewodniczący kol. *R. Romicki*, zastępcy przewodniczącego koledzy: *W. Fiszdon* i *L. Dulęba*, oraz członkowie Zarządu koledzy: *K. Wójcicki*, *F. Janik*, *St. Madeyski* i *J. Paczoski.* Jednogłośną uchwałą Zarządu została dokooptowana kol. *J. Gubrynowiczowa.*

Dn. 26.XI.47 r. odbył się pierwszy odczyt ZPIL-u p. t. „Sprawozdanie z Anglo-Amerykańskiego kongresu i wystawy w Anglii we wrześniu 1947 r", wygłoszony przez członka kongresu, delegata Polski, kol. *W. Fiszdona.*

Zarząd ZPIL-u zwraca się tą drogą do swych byłych członków oraz do inżynierów i techników zatrudnionych w lotnictwie o zapisywanie się na członków SIMP-u, deklarując przystąpienie do Koła Lotniczego i o czynne popieranie prac Koła.

KOMUNIKAT KOMITETU ORGANIZACYJNEGO ZJAZDU WAWELBERCZYKÓW.

Komitet Organizacyjny Zjazdu Wawelberczyków zwraca się do wszystkich kolegów z prośbą o nadsyłanie materiałów dotyczących Uczelni oraz młodzieży studiującej i absolwentów z uwzględnieniem ich pracy zawodowej, bądź udziału w życiu społecznym. Pożądane są odnośne druki, fotografie, opisy osobistych przeżyć i wspomnień, dane o kolegach poległych i t. p.

Materiały należy przesłać na adres: Komitet Organizacyjny Zjazdu Wawelberczyków, Warszawa, ul. Konopczyńskiego 4, Nadesłane oryginały po wykorzystaniu będą zwracane.

WZNOWIENIE DZIAŁALNOŚCI KOMITETU WALKI Z KOROZJĄ.

Prezydium Naczelnej Organizacji Technicznej postanowiło reaktywować Komitet Walki z korozją, utworzony w 1939 r.

Działalność Komitetu, przerwana wybuchem wojny, ma być obecnie wznowiona w oparciu o Hutniczy Instytut Badawczy oraz o inne placówki przemysłowe i naukowe.

Prezydium N. O. T. udzieliło Doradcy Technicznemu Zjednoczenia Przemysłu Farb i Lakierów, *prof. inż. K. Pajewskiemu,* oraz Dyrektorowi Hutniczego Instytutu Badawczego, *prof. dr M. Śmiałowskiemu,* mandatu do rozpoczęcia prac w kierunku wznowienia działalności Komitetu Walki z korozją. W związku z tym Koledzy, którzy wchodzili przed wojną w skład Komitetu Walki z korozją, jakoteż ci, którzy z tytułu swego stanowiska lub zainteresowań pragną obecnie do niego należeć, proszeni są o zgłoszenie akcesu pod adresem: Hutniczy Instytut Badawczy Gliwice, ul. Miarki 12/14.

Projektuje się zorganizowanie Zjazdu Korozyjnego jeszcze w roku bieżącym, w Gliwicach. Termin Zjazdu zostanie podany dodatkowo.

WYDAWNICTWA SKRYPTOWE.

Nakładem Komisji Wydawniczej Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Śląskiej w Gliwicach ukazały się następujące wydania skryptowe:

1. *dr. Kijas* „Ustawodawstwo przemysłowe i robotnicze",
2. *prof. Szerszeń* „Geometria wykreślna I",
3. *prof. Bodaszewski* „Hydromechanika",
4. *prof. Biernawski* „Obróbka wiórowa" cz. I,
5. *prof. Kaliński* „Wstęp do wyższej analizy matematycznej"
6. *dr. Prebendowski* „Chemia ogólna" cz. II, III.
7. *mgr. Mochnacki* „Suwak logarytmiczny",
8. *prof. Kuczewski* „Wstęp do mechanicznej technologii metali",
9. *prof. Szczepaniak i inż. Kisiel* „Statycznie niewyznaczalne ustroje prętowe",
10. *prof. Obrąpalski* „Gospodarka energetyczna".

Zamówienia przyjmuje Komisja Wydawnicza Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Śląskiej w Gliwicach ul. Częstochowska 18.

REJESTRACJA AUTORÓW PRAC TECHNICZNYCH.

Naczelna Organizacja Techniczna wzywa wszystkich autorów prac technicznych, aby zgłaszali wszelkie swoje zamierzone lub będące już w opracowaniu dzieła i książki techniczne w Głównej Komisji Wydawniczej N. O. T. (Warszawa, Lwowska 17).

Rejestracja tych prac ma na celu koordynację wysiłków związanych z odbudową wydawnictw technicznych w Polsce. Pozwoli również na uniknięcie powtarzania się prac wokół zagadnień będących często już w stadium opracowywania przez innych autorów.

Sekretarz Generalny

Inż. Fr. Cieciόra

BIBLIOGRAFIA

Inż. Zygmunt Rytel, „TEORETYCZNE PODSTAWY NAUKOWEJ ORGANIZACJI", wydane przez Instytut Naukowej Organizacji i Kierownictwa, nakładem księgarni Wł. Wilaka w Poznaniu, 1947. Str. 98, rys. 20.

Przedstawiając w dużym skrócie teoretyczne podstawy organizacji, autor postawił sobie za zadanie wypełnienie w naszej literaturze luki, pochodzącej z braku systematycznego ujęcia pojęć z zakresu organizacji i kierownictwa. W przedmowie do swego dzieła stwierdza autor, że ujęcie takie powinno stanowić pierwszy dział studiów w tej dziedzinie, i że dopiero dalszy przebieg studiów będzie przeznaczony na zaznajomienie się z działem drugim, tzn. teorią organizacji, kierownictwa i wykonawstwa, i wchodzącą w zakres działu trzeciego techniką organizacji w różnych dziedzinach życia, czyli tzw. „stosowaną naukową organizacją".

Jeżeli przyjąć, zgodnie z prawdopodobną intencją autora, że książka jego jest przeznaczona m. in. dla młodzieży, odbywającej studia techniczne, to przytoczona powyżej opinia autora obrazowałaby najbardziej celowy jego zdaniem program wykładów z dziedziny organizacji na uczelni technicznej. Nie ulega wątpliwości, że teoretyczne podstawy naukowej organizacji muszą być w takich wykładach uwzględnione, wydawałoby się jednak, że wystarczyłoby w tym celu przewidzenie jednego czy

dwóch rozdziałów w ogólnym wykładzie o organizacji przedsiębiorstw. Tendencja do wydzielania tych teoretycznych podstaw w formie odrębnego, nadrzędnego przedmiotu, grozi niebezpieczeństwem wprowadzenia naszej nauki o organizacji na tory zbyt oddalone od życia praktycznego. Z tego też względu należałoby wyrazić życzenie, aby wzrost ilości wykładów z dziedziny organizacji szedł przede wszystkim w kierunku bardziej szczegółowego nauczania zagadnień „organizacji stosowanej", nie zaś w kierunku rozbudowy pionowej, której zwolennikiem wydaje się być autor.

Przechodząc do oceny treści dzieła, należy wyrazić uznanie autorowi za zwięzłe i udane przedstawienie teoretycznych podstaw organizacji i za uczynienie dużego kroku w kierunku usystematyzowania pojęć w tej dziedzinie. Podane w dalszym ciągu uwagi krytyczne dotyczą raczej drobnych usterek, których trudno jest uniknąć przy tak treściwym wykładzie, zmuszającym w wielu wypadkach do pewnych zbytnich uproszczeń i do pozostawienia pewnych zagadnień na uboczu.

W rozdziale p. t. „Funkcjonalny podział pracy" (str. 63) opisuje autor dwa typy spotykanej w przemyśle zależności: hierarchiczną i funkcjonalną. Obie są wyrazem dwóch sprzecznych tendencji i dlatego żadna z nich nie utrzymała się do dziś w przemyśle w czystej postaci. Nawiasem mówiąc, należy zaznaczyć, że zasada funkcjonalnej organizacji jest jedną z niewielu inowacji Taylora, które nie zdołały utrzymać się w pierwotnej formie. Autor upraszcza zagadnienie, nie wspominając nigdzie o konieczności uzgodnienia dobrych stron obu systemów i o nowoczesnym systemie organizacji, który z takiego uzgodnienia wynikł.

Na stronie 73 rozbija autor pojęcie zwierzchnictwa na dwa działy: naczelnictwo i kierownictwo fachowe, i w dalszym ciągu rozumowania dzieli zwierzchników na dwie kategorie: naczelników i kierowników. Toteż należy uznać za zbyt daleko idące uproszczenie. Dla sprawowania funkcji zwierzchnika wymagane są pewne cechy, których ilość i różnorodność znacznie wykraczają poza kryteria klasyfikacji zwierzchników na zaproponowane przez autora kategorie. W ogóle trzeba stwierdzić, że zagadnienie kierownika i wymaganych od niego kwalifikacji jest jednym z ważniejszych zagadnień naukowej organizacji. Jeżeli autor znalazł możliwość zajęcia się cechami dobrego kontrolera (str. 92), to tymbardziej należało wyliczyć cechy, którymi powinien odznaczać się dobry zwierzchnik i dopiero na tej podstawie wysnuć wnioski o znaczeniu tych czy innych cech dla pewnych kategorii zwierzchników.

Na stronie 17 wprowadza autor rozróżnienie między czynnościami zarządzenia, kierownictwa i wykonania. O ile wydzielanie czynności wykonawczych jest zupełnie oczywiste, o tyle wywołanie wrażenia, że zarządzaniem i kierowaniem mogą zajmować się inni ludzie, budzi pewne wątpliwości. Słuszniejsze byłoby wprowadzenie rozróżnienia, spotykanego w literaturze amerykańskiej, dzielącego czynności kierownicze na administrowanie i zarządzanie. Administracja *(administration)* jest to siła (grupa osób), określająca cel, do którego ma dążyć pewna instytucja i jej kierownictwo, oraz zasadnicze wytyczne działalności kierowników tej instytucji. Zarządzanie *(management)*, jest to siła (grupa osób), która prowadzi i kieruje instytucją po drodze, wiodącej do wyznaczonego celu. *).

Na stronie 89 i dalszych zajmuje się autor znaczeniem kontroli, dającej się przyrównać do nowego zmysłu organizacyjnego kierownictwa. Mówiąc o kontroli, ma autor niewątpliwie na myśli system, który pozwala kierownikowi na wgląd w działalność i wyniki prowadzonego przezeń odcinka. Autor nie wspomina, że cel ten osiąga się w nowoczesnych przedsiębiorstwach przede wszystkim przez dobrze zorganizowaną sprawozdawczość. Rola sprawozdawczości w zakładzie przemysłowym uwypukli się specjalnie wyraźnie, jeżeli zdać sobie sprawę, że przebieg sprawozdawczości jest przebiegiem odwrotnym do przebiegu wydawania zarządzeń. Podobnie jak zarządzenia rozchodzą się od dyrektora fabryki przez kierowników działów, majstrów aż do robotników, tak samo sprawozdania, zażalenia itp. przebiegają w fabryce drogą odwrotną i są równie niezbędne dla dobrego działania fabryki, jak i zarządzenia.

Nasuwa się uwaga, że praca autora w zbyt małym stopniu bierze pod uwagę amerykańską literaturę organizacyjną. Zarzut ten możnaby postawić wielu dziedzinom naszej techniki, nieprzyzwyczajonej z oczywistych powodów (nieznajomość języka, odległość) do współpracy z techniką amerykańską, w dziedzinie organizacji jednak ten brak kontaktu jest szczególnie godzien pożałowania. Niedostateczne uwzględnienie dorobku amerykańskiego wynika bardzo wyraziście z doboru głównych twórców i pionierów naukowej organizacji, których życiorysy są zamieszczone przy końcu książki. Z pośród ogólnie uznanych czterech czołowych nazwisk amerykańskiej organizacji uwzględnił autor jednego tylko, mianowicie *Taylora*, pomijając trzech pozostałych. Są nimi: *Henry Laurence Gantt, Harrington Emerson* i *Frank Bunker Gilbreth*. Na str. 11 wspomina autor coprawda o osobie tego nazwiska, w tym wypadku chodzi jednak o żonę *F. B. Gilbreth'a*, panią *L. M. Gilbreth*, która zresztą na równi z mężem poniosła wybitne zasługi przy rozwoju nauki organizacji.

Na zakończenie należy podkreślić, że mimo tytułu o niepokojącym dla praktyka brzmieniu i wysuniętych powyżej zastrzeżeń omawiana książka jest godną polecenia lekturą dla warsztatowca — organizatora. Mnogość wziętych z praktyki przykładów oraz różnorodność i znaczenie rozpatrywanych zagadnień nie tylko pogłębią zasób wiadomości czytelnika, ale również skłonią go do samodzielnych rozważań na te tematy.

Inż. Jan Tuszyński

Inż. Zygmunt Zbichorski „KALKULACJA WARSZTATOWA, NA PODSTAWIE WYDAWNICTWA REFA CZ. I". Format A4, 64 strony i 51 rysunków. Wydawnictwo Instytutu Naukowej Organizacji i Kierownictwa. Warszawa, 1947.

Brak polskiej bibliografii z zakresu kalkulacji warsztatowej, oraz wyjałowienie rynku księgarskiego z literatury obcej, skłania do przychylnego przyjęcia każdej nowo wydanej pracy. Odnosi się to oczywiście również do tłumaczeń lub przeróbek obcej literatury, o ile posiada ona odpowiednią wartość.

Wydawnictwa *Refa* posiadają odpowiednią markę.

---

*) *L. P. Alford:* PRINCIPLES OF INDUSTRIAL MANAGEMENT, The Ronald Press Company, 1945, str. 86.

Z doceniania ich wartości, a zwłaszcza w odniesieniu do olbrzymiego materiału cyfrowego, nie może jednak wynikać bezkrytyczne przyjmowanie wszystkich zasad i sposobów ujęcia zagadnień, jakie zostały przyjęte przez Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung. Instytut ten pracował w innej atmosferze i ustroju gospodarczym, a ponadto od czasu jego wydawnictw dzieli nas przynajmniej okres wojny. Czynniki te decydują ostatecznie o tym, że w wielu wypadkach *Refa* należy uznać za przestarzałą, zwłaszcza w odniesieniu do pojęć podstawowych.

Refa n. p. zakłada konieczność indywidualnego ustalania norm dla poszczególnych zakładów pracy. Założenie to, mogło być przyjęte w ustroju gospodarki indywidualistycznej, w którym każdy zakład stanowił w sobie zamkniętą całość, a efekt pracy zakładu był określany na podstawie osiąganego zysku.

W obecnym ustroju, indywidualność norm nie jest możliwa do przyjęcia, chociażby ze względu na konieczność porównywania poszczególnych zakładów.

Stworzenie takiej wspólnej bazy, jest możliwe na płaszczyźnie rzeczywistych czasów wykonania (bez czasów traconych). W istocie, trudno zaprzeczyć twierdzeniu, że czasy wykonania czynności elementarnych (jak n. p. czas włączenia posuwu), są niezależne od miejsca pracy, tradycji czy zakładu. Również przyjąć można za pewne, że przeciętny robotnik potrzebuje na wykonania analogicznych robót tych samych zabiegów, czynności czy chwytów niezależnie od miejsca pracy.

Przez odwrócenie tych twierdzeń dochodzimy, do możliwości ustalenia dla wszystkich miejsc pracy wspólnej bazy, określającej „przeciętnego robotnika". Będzie nim mianowicie ten robotnik, który zdolny jest do stałego wyrabiania 100% normy.

Dla poszczególnych miejsc pracy różne będą jedynie czasy tracone. Wymiar ich wejdzie do porównania wartości poszczególnych miejsc pracy jako jeden ze wskaźników tego porównania.

Przez przyjęcie powyższych założeń, chronometraż nabiera zupełnie innego znaczenia niż to mu przypisuje *Refa*, Pomiary czasu mianowicie są konieczne jedynie dla ustalenia czasów czynności elementarnych, jako obowiązującego c z a s o w e g o c e n n i k a r o b ó t oraz jako pomocniczy instrument dla zabiegów racjonalizacyjnych.

Ustalenia czasów wykonania, a zwłaszcza załatwianie reklamacji, nie powinno się odbywać drogą chronometrażu, lecz drogą praktycznego ustalenia czynności, które muszą być wykonane i wyznaczenia dla nich czasów z c z a s o w e g o c e n n i k a r o b ó t. Przyjęcie takiej zasady pozwoli dopiero na obiektywne rozpatrywanie każdej reklamacji, nawet w wypadku ukończenia już reklamowanej roboty.

Definicja c z a s u p r z y g o t o w a n i a przyjęta przez *Refa* nie jest prawidłową. Nie uwzględnia ona bowiem, czasu potrzebnego na ustalenie sposobu pracy, co odbywa się przy wykonywaniu paru pierwszych sztuk, oraz nie uwzględnia czynnika wprawy, który powoduje stałe opadanie czasu wykonania jednej sztuki. Do czasu przygotowania, poza czasami takich czynności jak pobranie rysunku, materiału, narzędzia itd., które uwzględnia *Refa*, muszą być jeszcze doliczone różnice czasów wykonania pierwszych sztuk i czasu wykonania jednej sztuki po ustaleniu sposobu pracy i nabraniu wprawy.

Do uwag powyższych, przytoczonych jedynie przykładowo, celem zwrócenia uwagi na konieczność krytycznego podejścia do wydawnictw *Refa*, dodać wypada jeszcze jedną zasadniczą uwagę pod adresem autora. Chodzi tu o zidentyfikowanie dwóch zupełnie różnych pojęć: wyznaczania czasu i kalkulacji warsztatowej.

Celem kalkulacji jest ustalenie najkorzystniejszej z tych metod, które są w danych warunkach możliwe do zastosowania. Celem natomiast wyznaczania czasu, jest ustalenie norm, t. j. ustalenie czasu jaki jest potrzebny dla wykonania wyznaczonej roboty, przy założeniu zastosowania normalnych narzędzi i maszyn oraz normalnego tempa pracy.

Mimo podanych powyżej uwag, pracę inż. Zbichorskiego należy ocenić pozytywnie. Stanowi ona wprowadzenie w problemy związane z wyznaczaniem czasu wykonania względnie z ustalaniem norm. Przeczytanie jej, przy zachowaniu pewnego krytycyzmu, może niewątpliwie przynieść wiele korzyści. *inż. S. Dreszer*

Inżynierowie T. Bagusławski i K. Stefański „CZĘŚCI MASZYN I KONSTRUKCJE STALOWE" wydana przez Spółdzielnię księgarską „Ognisko" w Katowicach.

Książka „Części Maszyn i Konstrukcje Stalowe" została opracowana, jak zaznacza Wydawnictwo, jako „podręcznik przystosowany w ogólnych zarysach do programów szkół technicznych".

Książka ta odchyla się w pewnym stopniu od kierunku nowoczesnej literatury technicznej i z tego powodu może powstać uzasadniona obawa, że studiowana bezkrytycznie, urobi niewłaściwe pojęcie o niektórych założeniach z dziedziny „Części Maszyn"

Omawiana książka nie nadaje się dla gimnazjum, gdyż jest za obszerna, bo wprowadza obliczenia wytrzymałościowe i t. p. a równocześnie w obecnej swej formie nie może mieć pełnego zastosowania do użytku liceów, gdyż nie wyczerpuje całkowicie programu.

Autorzy książki nadali swej pracy układ treści stosowany dawniej, a obecnie raczej zaniechany, wyszczególniający części maszynowe kolejno, według nazw, podczas gdy stosowany obecnie, a wprowadzony od szeregu lat układ Części Maszyn, dzieli całość na trzy zasadnicze grupy:

1. Połączenia.
2. Łożyskowanie.
3. Napędy.

Ten nowoczesny podział, a nie zastosowany w omawianej książce, jest celowy i logiczny, gdyż uwzględnia trzy podstawowe grupy części maszynowych, odpowiednio do wzajemnego ich stosunku współpracy.

Poziom ujęcia treści książki utrzymany jest na wysokości liceum mechanicznego, jeżeli pominiemy usterki stylu i słownictwa.

Grafika rysunków jest ogólnie dobra. Jasność i przejrzystość rysunków naogół — wystarczająca.

Niema potrzeby udowadniać, że jednolitość stosowania poprawnych nazw, ustalonych w literaturze technicznej, jest jednym z podstawowych założeń, gdyż poza formą estetyczną daje wogóle możność wspólnego porozumienia się. Natomiast w książce „Części Maszyn i konstrukcje Stalowe" znajdują się odchyłki od ogólnie przyjętego słownictwa.

Podręcznik szkolny powinien podawać także ogólnie przyjętą klasyfikację pojęć.

Wszelkie dowolne ujęcie, dezorientuje studiujących i utrudnia wzajemne zrozumienie.

N. p. w omawianej książce podano: „Rozróżniamy nitowanie mocne i szczelnomocne".

Natomiast w technice ustalona jest następująca definicja rodzajów nitowań: „nitowanie szczelne, nitowanie mocne oraz nitowanie szczelne i mocne".

Pozatym w książkach technicznych, a już szczególnie w podręcznikach szkolnych, jednostki fizyczne powinny być obowiązkowo podawane w formie ogólnie przyjętej. Niestety w książce „Części Maszyn i Konstrukcje Stalowe" nie położono na ten podstawowy szczegół nacisku, i n. p. kilogram oznaczono przez „kg" zamiast przez „kG".

Podobne powyższym uwagi, należy też odnieść i do stosowania norm.

Mianowicie, w omawianej książce podano rysunki nitów wg norm niemieckich, podczas gdy my, od szeregu lat posługujemy się naszymi polskimi normami nitów i w tym kierunku obowiązani jesteśmy kształcić nowe kadry techników.

Reasumując powyższe, uważamy że książka „Części Maszyn i Konstrukcje Stalowe" po uzupełnieniu braków w treści, jak też po poprawieniu usterek i niedociągnięć, będzie mogła z powodzeniem i pożytkiem służyć jako „podręcznik do użytku liceów mechanicznych.

inż. T. Lewicki

Ary J. Sternfeld „INITIATION A LA COSMONAUTIQUE". Przekład rosyjski „WWIEDIENIE W KOSMONAUTIKU". Wydawnictwo ONTI Gławnaja riedakcja awjacionnoj litieratury. Moskwa — Leningrad rok 1937, str. 318.

Praca ta została w 1934 roku odznaczona premią REP — Hirsch przez Komitet Astronautyki w Paryżu. 14 lat zatem upłynęło od chwili ukazania się książki! W tym okresie fizyka i technika dokonały wielkiego postępu umieszczając w innej płaszczyźnie zagadnienie podróży międzyplanetarnej, dzięki opracowaniu chociażby tylko radaru, silnika rakietowego i energii atomowej — w płaszczyźnie problemów technicznych bliskiej realizacji.

Ten stan rzeczy jest powodem pozornego spóźnienia recenzji w piśmie technicznym, bowiem należy przypuszczać iż pisma naukowe nie techniczne we właściwym dla nich czasie omówiły na swych łamach wymienioną pracę.

Książka *A. J. Sternfelda* dla czytelnika pragnącego się zapoznać wszechstronnie z zagadnieniem, jest doskonałym przewodnikiem. Materiał ujęty jest w 14 rozdziałach z których każdy stanowi zamkniętą całość zawierającą pewną ilość pokrewnych problemów. Poszczególne rozdziały łączy zagadnienie możliwości podróży międzyplanetarnej.

Obszerny wykaz literatury umieszczony na końcu każdego rozdziału pozwala na pogłębienie tematów rozważanych.

Starannie i wnikliwie zebrany materiał z dziedzin wiedzy mogących wnieść wkład do zagadnienia, wraz z odsyłaczami do załączonej bibliografii, czyni temat przystępnym do studiów, zaś samą książkę podnosi do rzędu dokumentu chwili, określającego zarówno osiągnięcia jak i przewidywania poparte ścisłymi argumentami.

Autor dołożył wszelkich starań, aby zapoznać na tyle czytelnika z wiadomościami z różnych gałęzi wiedzy jak astronomia, chemia, fizyka, biologia itd., by mógł on w czasie studiów szybko i łatwo przyswajać sobie nasuwające się problemy i stwarzać własne koncepcje rozwiązań z ich krytyczną oceną.

Po przez prawa *Newtona* i *Kepplera*, poprzez wiadomości dotyczące budowy atmosfery ziemskiej, układu słonecznego i wszechświata, czytelnik wprowadzony jest w możliwość podróży międzyplanetarnej.

Książka niewątpliwie ma charakter popularyzujący zagadnienie, i to pomimo wysokiego poziomu na którym jest ono rozważane, zaś stan ten autor osiągnął dzięki specjalnemu układowi rozdziałów. Przeplatanie cięższych rozdziałów w których użyto aparatu matematycznego z rozdziałami lekkimi, dotyczącymi historii rakiet, zagadniena podróży międzyplanetarnej w literaturze pięknej, warunków i możliwości życia organizmu ludzkiego na różnych planetach, warunków życia w czasie podróży, przeprowadzonych wstępnych badań itd., pobudza czytelnika do podążania za myślą autora i stwarza chęć opanowania tematu.

Na marginesie rozdziału XIV — Teoria względności w zastosowaniu do kosmonautyki, warto zanotować pewną ciekawostkę jaką jest nadzieja osiągnięcia przez człowieka... powolnego „procesu starzenia" bądź zachowania młodości, zaś idąc daleko już — również odmłodzenia.

Nie przedstawiamy na tym miejscu sposobu podanego przez autora, natomiast zważywszy, iż wyjątkowo właśnie ten rozdział wymaga przestudiowania rozdziałów poprzednich, radzimy przeto przeczytać „Wwiedienie w kosmonautiku" do XIV rozdziału włącznie.

W. S.

Herbert Addison „HYDRAULIC MEASUREMENTS". A manual for engineers. Second Edition. 140 x 215 mm, p. XII + 327 + 158 fig. Chapman Hall Ltd. London, 1946.

Książka ta, wydana po raz pierwszy w 1940 r., stanowi pierwszą w literaturze światowej monografię z zakresu pomiarów wodnych. W okresie przedwojennym literatura z tej dziedziny, poza przestarzałym podręcznikiem *Müllera* „Hydrometrie", składała się z książek lub artykułów, traktujących poszczególne zagadnienia, a nie całokształt tematu.

Jak autor wyjaśnia w przedmowie — genezy powstania książki należy szukać w trudnościach wtłoczenia tej rozległej dziedziny wiedzy w ramy rozdziału książki „A Textbook of Applied Hydraulics".

W przedmowie podkreśla również autor trudności pomiarów wodnych, wynikające ze złożnego charakteru ruchu cieczy oraz uwydatnia różnorodność metod i przyrządów mierniczych, stosowanych w pomiarach wodnych.

Rozpatrując niedogodności angielskiego systemu miar mówi dosłownie: „Water measurement especially shows up the unhandiness of the foot and the pound in comparison with the slick interchangeability of the litre and the kilogram". Głos ten zasługuje na uwagę i nie jest w Anglii odosobniony.

Dzieło *H. Addisona* obejmuje zarówno pomiary wodociągowe (pod ciśnieniem), jak i hydrotechniczne (w przewodach otwartych). Treść dzieła zawarto w 13 rozdziałach ułożonych wg wielkości mierzonych.

Rozdział I. Bezpośrednie pomiary wysokości, położenia zwierciadła i błębokości zanurzenia. Przyrządy do pomiaru wysokości ciśnienia, jak rurki piezometryczne, manometry naczyniowe i manometry metalowe.

Rozdział II traktuje o przyrządach pośrednich do pomiaru głębokości i wysokości ciśnienia oraz o sposobach przeniesienia wskazań na odległość.

Rozdział III rozpatruje warunki prawidłowego odbioru ciśnienia za pośrednictwem otworków piezometrycznych

oraz źródła błędów jednokierunkowych, jakie mogą być wywołane nieprawidłowym odbiorem ciśnienia. Na szczególną uwagę zasługują ustępy o tłumieniu drgań, spowodowanych okresową zmiennością ciśnienia, przy ruchu burzliwym.

Rozdział IV traktuje o pomiarach masy i objętości cieczy, a więc o zbiornikach mierniczych i ich wzorcowaniu.

Rozdział V omawia pomiary prędkości przy pomocy pływaków, rurek Pitota i młynków hydrometrycznych.

Rozdział VI rozpatruje pomiary natężenia przepływu w przewodach otwartych przy pomocy:

a) pomiaru objętości w zbiornikach i pomiaru czasu,
b) wodomierzy bębnowych i nieckowych,
c) ekranu *Andersona,*
d) danaid,
e) otworów ostrobrzeżnych,
f) przelewów mierniczych,
g) metod pośrednich, polegających na wyznaczeniu powierzchni prędkości w przekroju hydrometrycznym.

W rozdziale VII opisuje autor pomiary objętości cieczy, przepływającej przez przewody zamknięte, za pomocą wodomierzy (tzn. przyrządów do pomiaru objętości przepływającej cieczy), określając równocześnie zakres stosowalności poszczególnych systemów i typów, a zarazem podając zależność dokładności wskazań od warunków wbudowania wodomierza. W przeciwieństwie do wodomierzy pojedyńczych, wodomierze sprzężone zostały potraktowane bardzo pobieżnie, autor ograniczył się bowiem do opisu jednego systemu i to przestarzałego.

Rozdział VIII zajmuje się przepływomierzami cieczy, tj. przyrządami mierzącymi natężenia przepływu, a mianowicie przepływomierzami zwężkowymi (dyszą, kryzą, zwężką *Venturi'ego* (W rozdziale tym znajduje się również opis pomiaru natężenia przepływu za pomocą rurek *Pitota* (zagadnienie to powinno być omówione w rozdziale o pomiarze miejscowych prędkości przepływu; na tym miejscu należałoby się ograniczyć do wyznaczenia rachunkowego objętości przepływu).

Rozdział IX omawia rzadziej stosowane metody pomiaru natężenia przepływu w przewodach zamkniętych, jak np. przy pomocy młynka hydrometrycznego, sposób chemiczny *C. M. Allena,* metodę bezwładnościową *N. R. Gibsona* i metodę pomiaru przy pomocy turbin wodnych.

Rozdział X — XII podają metody pomiaru natężenia przepływu w przewodach otwartych, a więc w kanałach i rzekach, przy pomocy młynków hydrometrycznych, metod chemicznych i przelewów mierniczych.

Książkę zamykają: zestawienie symboli, tablicą zamiany jednostek miar, bibliografia (zawierająca 214 pozycyj), i skorowidz rzeczowy.

Jak wspomnieliśmy na wstępie omawiana książka stanowi pierwszą w literaturze światowej monografię z zakresu pomiarów wodnych. Jej wielkimi zaletami są jasność i przystępność wykładu, odpowiedni dobór opisywanych metod i urządzeń, omówienie podstaw teoretycznych poszczególnych metod i bogate zestawienie literatury, wskutek czego książka może być dobrym przewodnikiem dla tych wszystkich, którzy pragną pogłębić swe wiadomości z zakresu pomiarów wodnych.

A. T. T.

J. Z. Miller „MODERN ASSEMBLY PROCESSES". Wydanie II, Format A5, Stron XII + 199, tablic 21, rysunków 170. Champan and Hall Ltd London 1946.

Wśród zagranicznych książek omawiających postęp w dziedzinie metod produkcyjnych, osiągnięty w okresie wojny, na specjalną uwagę zasługuje niewielka, ale bardzo ciekawa i ładnie wydana książka angielska *J. Z. Millera* „Modern Assembley Processes" — „Nowoczesne sposoby łączenia".

Autor porusza w niej zwięźle, ale zarazem wyczerpująco, podstawowe zasady stosowanych obecnie sposobów łączenia za pomocą nitów, śrub, lutowania i spawania w dziedzinie masowej produkcji drobnych części i małych mechanizmów.

Olbrzymie wymagania, zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym, postawione przemysłowi metalowemu przez potrzeby wojenne, zmusiły wytwórnie do poszukiwania nowych dróg i metod i do ulepszenia dotychczasowych. Zdobycze te mogą i powinny być teraz wykorzystane dla masowej produkcji sprzętów codziennego użytku, obniżając ich koszt i podnosząc jakość.

Szczególną wartość omawianej książki stanowi sposób podejścia do zagadnienia. Autor podkreśla sam we wstępie że dotychczas technika i przemysł poświęciły wiele wysiłku badawczego samym metodom obróbki oraz materiałom, stosowanym do wyrobu poszczególnych części, natomiast zagadnienia łączenia ze sobą części jak i montażu całości produkowanego przedmiotu pozostawały znacznie w tyle. Jedynie lutowanie i spawanie stały pod tym względem znacznie wyżej ale i tu w zdecydowanej większości wypadków ostateczna jakość połączenia zależała tylko od umiejętności i staranności rzemieślnika. Masowa produkcja, zwłaszcza drobnych przedmiotów, którym stawiane są określone wymagania jakości, stworzyła konieczność poszukiwania takich metod łączenia, które zapewniłyby samoczynnie, niezależnie od uzdolnienia i staranności rzemieślnika, jednolitość jakości połączenia. Metody te pozwalają na powierzenie tej roboty pracownikowi niewykwalifikowanemu.

Istnieje zawsze kilka różnych możliwości sposobu łączenia ze sobą części danego przedmiotu. Wybrany sposób łączenia wpływa na samą konstrukcję przedmiotu, na rodzaj materiałów które mogą być zastosowane oraz na sposób obróbki części składowych. Warunki użycia lub pracy przedmiotu i wymagania konstrukcyjne, od których nie można odstąpić, ograniczają wybór możliwych sposobów łączenia. Decydują ostatecznie koszt materiałów, obróbki oraz samego procesu łączenia (szybkość wykonania połączenia) jak również i potrzebnych do tego inwestycji, nie mniej jednak nie można odstępować od zasady, że wybrana metoda wykonania połączenia musi zapewnić samoczynnie dostateczną trwałość połączenia i jego jednolitości.

Z tego też przede wszystkim punktu widzenia autor omawia poszczególne sposoby łączenia, podaje mnóstwo ciekawych sposobów i pomysłów, oraz wiele tablic liczbowych, opartych na licznych pomiarach i doświadczeniach. Specjalnie obszernie omawia piecowe twarde lutowanie miedzią w atmosferze wodoru *(copper brazing).*

W rozdziale o nitach — chodzi tu oczywiście o nity drobne do 5 mm średnicy — omawia różne typy pras i mechanicznych nitownic, przestrzegając przed stosowaniem zawalcowywania główek rolkami stożkowymi o pochyleniu większym od 4°. Rolki takie dają ładnie wyglądające główki — ale nity trzymają tylko krawędziami główek.

Omawia również różne specjalne typy nitów, rozwiniętych przez przemysł lotniczy oraz opisuje zastosowanie do nitowania punktowych zgrzewarek elektrycznych, gdy rodzaj nita lub materiał części łączonych nie pozwala na zastosowanie dużych nacisków prasy do nitowania.

W rozdziale o śrubach omawia różne typy śrub samogwintujących — *Parker Kalon, Barber Colman „Shakeproef"* i t. p. oraz sprawę kontroli siły dokręcania śrub, zwracając uwagę na praktyczne znaczenie tarcia na zwojach gwintu i wpływ powierzchni ochronnych jak parkeryzowanie, kadmowanie i t. p.

W rozdziale o lutowaniu miękkim omawia poszczególne rodzaje lutowia i topników, praktyczne sposoby sprawdzania ich skuteczności oraz opisuje różne metody zmechanizowanego i zautomatyzowanego lutowania przez pośrednie lub bezpośrednie zanurzanie, lutowanie oporowe, piecowe i indukcyjne.

W rozdziale o lutowaniu twardym omawia tak samo poszczególne rodzaje lutowia i topników, analizuje dokładnie rolę zjawiska włoskowatości w wypełnianiu szczeliny między łączonymi częściami i podaje szereg ciekawych wskazówek konstrukcyjnych jak złącza do twardego lutowania powinny być kształtowane. Opisując oporowe i piecowe metody twardego lutowania, poświęca szczególnie dużo miejsca piecowemu lutowaniu miedzią w atmosferze wodoru. Metoda ta, już dawniej stosowana w Ameryce, dopiero podczas ostatniej wojny została wprowadzona w szerszym zakresie i w Anglii.

Metody spawalnicze omawia autor z punktu widzenia możliwości ich zautomatyzowania, przyznając jednakże że dla niektórych typów robót jak na przykład dla spawania aluminium, dla konstrukcji z cienkościennych rurek stalowych i dla niektórych rodzai zbiorników blaszanych spawanie acetylenowo-tlenowe mimo wszystko pozostaje najlepsze. Opisuje zasady oraz specjalne urządzenia i maszyny do spawania łukowego węglowego i elektrodami metalowymi oraz do specjalnych metod łukowo-atomowych z zastosowaniem wodoru lub helu (dla stopów magnezowych) lub do spawania elektrodą krytą *(Union melt submerged arc welding)*.

Obszernie omówione jest zgrzewanie punktowe i liniowe oraz znaczenie siły docisku i jego przebiegu oraz czasu przepływu prądu dla otrzymania prawidłowej zgrzeiny. Opisane są zasady budowy nowoczesnych zgrzewarek, pozwalających w pełni kontrolować przebieg procesu zgrzewania oraz pokrewne punktowemu zgrzewanie garbowe *(projection welding)*, które zwłaszcza przy łączeniu drobnych tłoczonych blaszanych przedmiotów oraz przy osadzaniu na blaszanych częściach śrub, sworzni z kołnierzami lub nakrętek, znacznie przyśpiesza i upraszcza sam proces zgrzewania oraz potrzebne do tego przyrządy.

Zgrzewanie zwarciowe i iskrowe omówione jest z uwzględnieniem połączenia tych procesów z elektrycznym oporowym spęczaniem, co niejednokrotnie pozwala na znaczne uproszczenie konstrukcji połączenia np. wałków i sworzni z końcówkami lub wirnikami.

Jest również w tej książce rozdział poświęcony ogólnym zasadom osadzania drobnych metalowych części w materiałach plastycznych.

Zakończenie poświęcone jest zagadnieniom kontroli połączeń wykonanych opisanymi metodami. Masowość produkcji i stały charakter wykonanych połączeń nie pozwalają na kontrolę każdego indywidualnego połączenia, konieczną jest więc przedewszystkim kontrola samego przebiegu operacji łączenia —decyduje tu należyty wybór urządzenia i maszyny i możności ich regulacji i kontroli podczas pracy. Poza tym należy co pewien czas wykonywać próby wytrzymałościowe połączenia, wybierając na to gotowe przedmioty w toku produkcji, oraz próby działania. Dla spoin i zgrzein należy od czasu do czasu wykonać próby metalograficzne. Autor podaje kilka ciekawych przykładów wykonywania takich prób i przestrzega przed niecelowymi i zbyt zawile pomyślanymi skróconymi próbami na trwałość w działaniu.

Książka „Modern Assembly Precesses" daje więc w zwartej i ciekawej formie przegląd szerokiego zakresu zagadnień produkcyjnych i zawiera wiele cennych wskazówek, które mogłyby na naszym terenie bardzo się przydać przy uruchamianiu produkcji wielu przedmiotów codziennego użytku, dla naszego przemysłu elektrotechnicznego oraz przemysłu związanego ze spawalnictwem.

A. M.

CZASOPISMA NADESŁANE

„PRZEGLĄD TECHNICZNY" nr. 18/47 zawiera artykuły prof. inż. Antoniego Kozłowskiego „Kilka uwag o paleniskach przemysłowych", A. Martena „Lokomotywy z turbiną gazową spalającą pył węglowy", inż. Wiktora Jaworskiego „Silnik turbo-spalinowy i napęd strumieniowo odrzutowy" (ciąg dalszy), inż. mech. J. Chudziński podaje interesującą notatkę o próbach przedsięwziętych w okresie wojny w Anglii i Ameryce, wytwarzania sprawdzianów ze szkła. W czasie jednego z badań (przy pomiarze łusek działowych) ustalono, że sprawdzianami szklanymi można dokonać 260.000 pomiarów, natomiast stalowymi w tych samych warunkach 60÷70.000. Również dodatnie rezultaty osiągnięto stosując szkło do wytwarzania płyt traserskich. W dalszym ciągu zeszytu spotykamy artykuł inż. Witolda Rosnera „Jednostki w technice ulepszania wody", tłomaczenie krótkiego artykułu o „Brytyjskich parowozach dla zagranicznych kolei" oraz dokończenie ciekawego artykułu F. C. Johansena o „Wykańczaniu powierzchni". Zeszyt zamykają notatki o filmach technicznych, wydawnictwach nadesłanych, oraz przegląd prasy zagranicznej.

„HUTNIK" Nr. 6/47 w dziale artykułów głównych na czołowym miejscu zamieszcza pracę inż. Zygmunta Wasatowskiego „Sposoby wyznaczania linii środkowej przez pole rozrzutu punktów". Artykuł omawia dla praktyki a niedostatecznie dotychczas w naszej literaturze technicznej oświetlone, zagadnienie wyznaczania krzywych zależności funkcjonalnych po przez pole punktów uzyskiwanych z pomiarów doświadczalnych lub statystycznych. Również i drugi artykuł inż. Bolesława Zachanowskiego „Otrzymywanie i własności spiekanych węglików" winien zainteresować większe grono techników. Autor omawia proces wytwarzania płytek ze spiekanych węglików oraz porusza pewne zagadnienia rzadziej w naszej literaturze spotykane, jak np. zależność twardości wyrobów ze spiekanych węglików od wielkości ciśnienia przy

prasowaniu, temperatury spiekania i wielkości ziarn. Poważną pozycję w omawianym zeszycie stanowią „Nowości z dziedziny hutnictwa", obejmujące gospodarkę energetyczną, wielkie piece, stalownictwo, odlewnictwo i in. Obszerny przegląd wydawnictw, projekty nowych norm i statystyka zamykają Nr. 6 tego na wysokim poziomie redakcyjnym utrzymanego czasopisma.

Nr. 7—8 czasopisma „PRZEGLĄD ORGANIZACJI" zawiera m. in. następujące artykuły: prof. dr inż. Stanisław Bieńkowski „Zasady budowy organizmów gospodarczych"; prof. dr inż. Tadeusz Kłapkowski „Zagadnienie struktury przemysłu polskiego"; inż. St. Wojnarowicz „Aktualne zagadnienia organizacyjne"; Mieczysław Pemper i Aleksander Majewski „Z organizacji nowoczesnej biurowości"; mgr Tadeusz Witkowski „Organizacja kontroli administracyjnej przemysłu państwowego".

W zeszycie 7—8/47 czasopisma „TECHNIKA MORZA I WYBRZEŻA" ukazały się m. in. następujące artykuły: prof. dr Zdzisław Pazdro „Aeologiczne dzieje Bałtyku", inż. Stanisław Hückel „Czy stosowanie drewna świerkowego i jodłowego w konstrukcjach morskich jest wskazane?", inż. Witold Urbanowicz „Holownik Morski" (ciąg dalszy), inż. Jerzy Doerffer „Stalowy kuter rybacki". Pozostałą objętość zeszytu wypełniają: obszerna kronika Wybrzeża, Przegląd wydawnictw i prasy technicznej i komunikaty.

Ukazał się Nr 2 „BIULETYNU KOŁA MECHANIKÓW I SEKCJI LOTNICZEJ" Akademii Górniczej w Krakowie. Czasopismo to, o ile z posiadanych zeszytów możemy się zorientować, ma na celu publikowanie ciekawszych prac studenckich wykonanych w Akademii Górniczej, streszczeń niektórych wykładów, oraz prac opartych na tłomaczeniach ze źródeł zagranicznych. W omawianym zeszycie ukazały się artykuły: inż. Wojciech Urbanowski „Próba określenia warunków ekonomicznego skrawania ze zmienną prędkością", Stanisław Frelak „Określenie zdolności trakcyjnej parowozu towarowego mającego obsługiwać ciężkie pociągi na szlakach głównych" (w/g wykładów prof. dra inż. Adolfa Langroda), tłomaczenie pracy A. Mitchela „Proporcje silników" (Automobile Engineer" October 1946, tłomaczył Mieczysław Reiman), „Obliczanie przekładni zębatych stosowanych w konstrukcjach lotniczych" (opracował Jan Czerwiński na podstawie źródeł niemieckich).

Na podkreślenie zasługuje staranność wydania „BIULETYNU". Pomimo skromnych środków (czasopismo jest powielane), tekst i wzory są czytelne, a rysunki wyraźne i poprawne.

„CZASOPISMO TECHNICZNE" nr. 5—6/47 zawiera m. in. następujące artykuły: prof. dr. inż. Tomasz Kluz „Obliczanie ram ciągłych metodą wtórnych reakcji", inż. Juliusz Korelski „Przyczynek do obliczenia parcia ziemi" (dokończenie), dr inż. Stanisław Andruszewicz „Nowoczesny rozwój budownictwa", inż. Maciej Mischke „Projekt przepisów technicznych dla seryjnego wykonania elementów konstrukcyjnych z betonu strunowego", inż. Wojciech Pogany „Kilka uwag na temat betonu strunowego". Treść zeszytu zamykają: Kronika techniczna i przegląd książek nadesłanych. W zeszycie 8/47 czasopisma „PRZEGLĄD BUDOWLANY" ciekawe uwagi na aktualny temat arterii Wschód-Zachód zamieszcza inż. Czesław Klarner. Szereg zwięzłych artykułów i notatek z dziedziny budownictwa wypełnia treść tego interesującego miesięcznika.

„INŻYNIERIA I BUDOWNICTWO" nr. 7—8/47 zawiera m. in. artykuły: prof. dr. M. T. Huber „Rozważania na etmat normalizacji", inż. mgr Zygmunt Rudolf „Wytyczne odbudowy zakładów użyteczności publicznej". W dalszym ciągu w zeszycie znajduje się Przegląd prasy technicznej oraz Biuletyny Instytutu Badawczego Budownictwa i Komunikaty Polskiego Związku Inżynierów Budowlanych.

Ukazał się nr. 2—3/47 (lipiec, sierpień) miesięcznika „BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY" wydawanego przez Instytut Naukowy Organizacji i Kierownictwa. Treść zeszytu składa się z artykułów głównych, Działu instrukcyjnego, Kroniki zagranicznej, Przeglądu prawodawstwa i Kroniki krajowej. W dziale artykułów głównych znajdują się prace: „O właściwy nadzór nad urządzeniami elektrycznymi", inż. Zygmunt Puławski „O program bezpieczeństwa maszyn drzewnych", dr. H. Hummel „Zagadnienie odżywiania w stołówkach", M. Morski „Bezpieczeństwo pracy przy robotach montażowych mostu".

W zeszycie nr. 7 — 8/47 „PRZEGLĄDU ELEKTROTECHNICZNEGO" organu Stowarzyszenia Elektryków Polskich i Centralnych Zarządów Energetyki i Przemysłu Elektrotechnicznego, ukazały się m. in. następujące artykuły: prof. dr. Szczepan Szczeniowski „Energia atomowa" (dokończenie), inż. Józef Domanus „Przemysł rentgenowski w krajach anglosaskich", prof. dr. inż. J. L. Jakubowski „Zagadnienie linii najwyższych napięć prądu stałego na Międzynarodowej Konferencji Wielkich Sieci Elektrycznych w r. 1946". Zeszyt zamykają: Przegląd czasopism, Statystyka i Normalizacja elektrotechniczna.

„GOSPODARKA WODNA" jest czasopismem poświęconym sprawom dróg wodnych portów, melioracji sił wodnych, hydrografii, wodociągów i kanalizacji oraz zagadnieniom planowania i ekonomicznym z dziedziny gospodarki wodnej. Zeszyt Nr. (lipiec—sierpień) charakteryzuje się znaczną ilością (16!) krótkich artykułów w zwięzły sposób omawiających wybrane zagadnienia.

Sęk.

W związku z uchwałą Zarządu Głównego SIMP z dnia 10 listopada 1947 r., które zamieszczamy obok, zwracamy uwagę naszych Szanownych Prenumeratorów, że dotyczy ona zmiany sposobu wpłaty prenumeraty dopiero od stycznia 1948 r.

Zaległe prenumeraty za rok 1947 prosimy nadal wpłacać do Oddziałów terenowych lub Zarządu Głównego SIMP.

REDAKCJA

UCHWAŁA ZARZĄDU GŁÓWNEGO SIMP W SPRAWIE SKŁADEK CZŁONKOWSKICH I PRENUMERATY CZASOPISM „MECHANIK" I „PRZEGLĄD MECHANICZNY".

WIADOMOŚCI SIMP

Zgodnie z uchwałą Zarządu Głównego SIMP z dnia 10 listopada 1947 roku, mającą na celu usprawnienie prenumeraty czasopism „MECHANIK" i „PRZEGLĄD MECHANICZNY", począwszy od 1 stycznia 1948 roku składki członkowskie i należności z tytułu prenumeraty należy opłacać oddzielnie.

Począwszy od dn. 1 stycznia 1948 r. Oddziały terenowe SIMP będą otrzymywały miesięcznie na swoje bieżące wydatki następujące sumy w zależności od ilości członków:

do 100 członków	zł	5 000.—
100 — 150 „	„	7 500.—
151 — 200 „	„	10 000.—

Sumy te składać się będą ze składek członkowskich (ilość członków × zł 50.—) oraz wyrównania do wyżej podanych sum przez Zarząd Główny.

Koła, których ilość członków przewyższy 200, zatrzymują wszystkie wpływy ze składek członkowskich na swoje potrzeby.

Składki członkowskie w wysokości zł 150.— w stosunku kwartalnym wpłacać należy do właściwych Oddziałów terenowych SIMP.

Natomiast należności z tytułu prenumeraty czasopism „MECHANIK" należy wpłacać na konto:

Czasopismo techniczne
„MECHANIK"
P.K.O. I-624

a przedpłatę na czasopismo „PRZEGLĄD MECHANICZNY" na konto:

Miesięcznik naukowo-techniczny
„PRZEGLĄD MECHANICZNY"
P.K.O. I-4665

Sumy, wpłacone przez członków SIMP na konto Zarządu Głównego SIMP I-4225 na poczet prenumeraty czasopism w pierwszym półroczu 1948 r., będą przekazane Instytutowi Wydawniczemu SIMP i zaliczone przez administrację odnośnego czasopisma na poczet prenumeraty.

Nadmieniamy przy, tym, iż członkom SIMP przysługuje prenumerata ulgowa, która wynosi dla czasopisma „MECHANIK" zł. 200.— w stosunku kwartalnym, a dla czasopisma „PRZEGLĄD MECHANICZNY zł. 300.— w stosunku kwartalnym. Prenumerata ulgowa przysługuje zarówno przy zgłoszeniach zbiorowych jak i indywidualnych, przy czym przy zgłoszeniach zbiorowych. dokonywanych za pośrednictwem zakładu pracy lub właściwego Oddziału SIMP administracja czasopism dołącza po 1 egzemplarzu bezpłatnym od każdych zamówionych 20 egzemplarzy.

Wszelką korespondencję w sprawach związanych z prenumeratą czasopism należy kierować bezpośrednio pod adresem:

Instytut Wydawniczy SIMP
Warszawa 32, ul. Mickiewicza 18

Zarząd Główny SIMP

Warszawa, dnia 12 listopada 1947 r.

TREŚĆ

CONTENTS

WYDAWCA: INSTYTUT WYDAWNICZY SIMP — Warszawa
Kolegium redakcyjne: Prof. dr inż. Bohdan STEFANOWSKI, inż.-mech. Stanisław KUNSTETTER, inż.-mech. Adam Tadeusz TROSKOLAŃSKI.
Redaktor działu odlewniczego: Prof. inż.-mech. Kazimierz GIERDZIEJEWSKI.
Redaktor działu spawalniczego: Inż.-mech. Zygmunt DOBROWOLSKI.
Redaktor techniczny: inż. Adam MINCHEJMER.
Redaktor naczelny: Prof. inż. Edmund OSKA.
Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Mickiewicza 18.
Redaktor przyjmuje czwartek 9—11 i sobota 14—16.
Administracja czynna poniedziałki, środy i piątki od 9 do 15.
Przedpłata kwartalna 400 zł. PKO Nr konta I 4665. tel. 8-29-85. Cena pojedyńczego zeszytu 150 zł.

Nr 1692 — Robotnicza Spółdzielnia Graficzna, W-wa, Targowa 80. — B-40207

WARUNKI PRENUMERATY:

Przedpłata kwartalna . . . . zł 400.—
Przedpłata roczna . . . . zł 1600.—
przyjmuje Administracja i Pocztowa Kasa Oszczędności na konto Nr I-4665, miesięcznika naukowo-technicznego „Przegląd Mechaniczny".
Cena zeszytu pojedyńczego . . . . zł 150.—
„ „ podwójnego . . . . zł 300.—
„ „ potrójnego . . . . zł 450.—
(Ceny zeszytów specjalnych są ustalone (każdorazowo).
Za zmianę adresu (znaczkami pocztowymi) . . . zł 10.—

CENY OGŁOSZEŃ:

Jednorazowych:

Za jedną stronę . . . . zł 30.000.—
„ pół strony . . . . zł 16.000.—
„ ćwierć strony . . . . zł 8.000.—
„ jedną ósmą strony . . . . . zł 4.000.—
„ jedną szesnastą . . . . . zł 2.000.—

Dopłaty:

Za IV stronę okładki — 50%, za zamówione miejsce na innych stronach — 20%.

Ogłoszenia dla poszukujących pracy nadane bezpośrednio w Administracji zł 600.— za 1/16 strony.